

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-246085

(43)Date of publication of application : 12.09.2000

(51)Int.Cl.

B01J 3/00
B01J 3/02
B09B 3/00
F27B 5/02
F27B 5/18
F27D 17/00
// C22B 1/00
C22B 7/00

(21)Application number : 11-320233

(71)Applicant : HOEI SHOKAI KK
YOKOYAMA YOSHIAKI

(22)Date of filing : 13.05.1999

(72)Inventor : KIGAMI TORU
MISHIMA YASUO
TAKAMIYA KATSUO
YOKOYAMA YOSHIAKI
ABE TAKESHI
MIZUNO HITOSHI

(30)Priority

Priority number : 10148435
10273417
10377175

Priority date : 13.05.1998
28.09.1998
27.12.1998

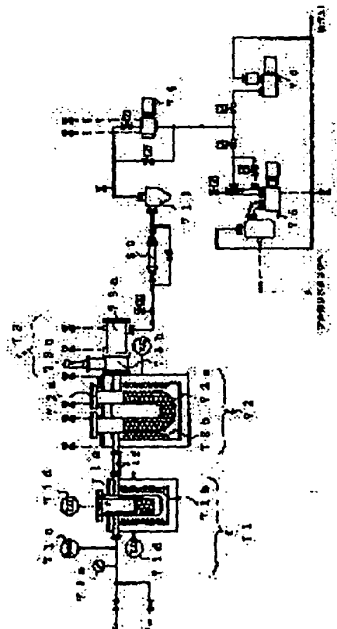
Priority country : JP
JP
JP

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TREATMENT, AND METHOD FOR IMPROVING SOIL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reform exhaust gas under reduced pressure.

SOLUTION: In a treatment apparatus, a reforming unit 72 and a recovery unit 73 are provided between a vacuum heating furnace 71 and an exhaust system. The exhaust system is composed of a booster pump 74, a water-seal pump 75 having a sealing liquid circulating system which can adjust pH, and a rotary pump 76. An exhaust gas treatment system for treating exhaust gas from the exhaust system is installed in the post-stage. After the reforming unit 72 has been brought into prescribed operation conditions, an object to be treated is heated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-246085

(P2000-246085A)

(43) 公開日 平成12年9月12日 (2000.9.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-73-ト* (参考)
B 0 1 J 3/00		B 0 1 J 3/00	J
3/02		3/02	M
B 0 9 B 3/00	Z A B	B 0 9 B 3/00	3 0 2 F
	3 0 2	F 2 7 B 5/02	
F 2 7 B 5/02		5/18	

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 67 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-320233
(62) 分割の表示 特願平11-132245の分割
(22) 出願日 平成11年5月13日 (1999.5.13)

(31) 優先権主張番号 特願平10-148435
(32) 優先日 平成10年5月13日 (1998.5.13)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平10-273417
(32) 優先日 平成10年9月28日 (1998.9.28)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平10-377175
(32) 優先日 平成10年12月27日 (1998.12.27)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 597167531
株式会社豊栄商会
愛知県豊田市堤町寺池66番地
(71) 出願人 591015072
横山 芳昭
埼玉県鴻巣市赤見台2-1-4-402
(72) 発明者 樹神 徹
愛知県豊田市堤町寺池66番地 株式会社豊
栄商会内
(74) 代理人 100104215
弁理士 大森 純一

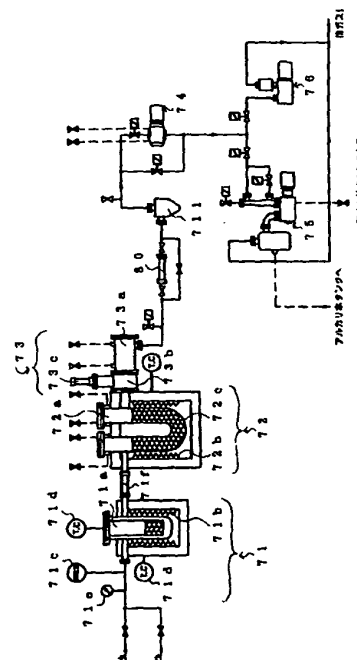
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理装置、処理方法および土壌の処理方法

(57) 【要約】

【課題】 ガス状排出物の改質を減圧下で行うこと。

【解決手段】 この処理装置では、減圧加熱炉71と排気系との間に、改質ユニット72および回収ユニット73を備えている。排気系はブースターポンプ74、pHを調整可能な封液循環系を備えた水封ポンプ75、ロータリーポンプ76とから構成されている。排気系の後段には排気系からの排ガスを処理する排ガス処理系が配設されている。そして、改質ユニット72が所定の運転条件に到達した後に処理対象物体の加熱を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理対象物体を収容する気密領域と、
前記気密領域内を排気する排気系と、
前記気密領域内を加熱する手段と、
前記気密領域と排気系との間に配設され、前記処理対象物体の加熱により生じるガス状排出物を改質する改質手段と、
前記改質手段が前記ガス状排出物を改質できる状態になった後に前記処理対象物体が加熱されるように前記加熱手段と前記改質手段とを制御する手段と、
を具備したことを特徴とする処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は処理装置、処理方法および土壌の処理方法に関する。特に本発明は鉛など重金属やダイオキシン類などの有害な有機ハロゲン化合物を含有する処理対象物体を処理する処理装置、処理方法および土壌の処理方法に関する。また本発明は、金属や有機物を含有する処理対象物体の連続的な処理を可能にする処理装置、および処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現代社会が抱える膨大な量の廃棄物は日々増え続けており、その効果的な処理技術の確立が急務である。

【0003】廃棄物中には様々な有用な物質も含まれているが、分離の困難さなどから廃棄物から分離されず、ほとんどの廃棄物はそのまま埋め立や焼却により処分されている。廃棄物中の有用物質は、エネルギー問題や資源枯渇問題もあり、できるかぎり分離・回収して再利用することが求められている。

【0004】一方、廃棄物中には有害な物質も含まれており、このような有害物質は環境破壊の原因になるだけでなく、廃棄物の再利用を困難にしている大きな原因の一つである。したがって、廃棄物中の有害物質を効果的に取り除くことができれば、廃棄物を資源の宝庫として積極的に再利用することが可能になるとともに、環境や生物への影響も最小限にとどめることができる。

【0005】このように、有害物質による環境汚染、資源の枯渇、エネルギー源の不足といった現代社会を取り巻く深刻な問題を解決するために、廃棄物を効果的に処理する技術は是非とも確立されなければならない。

【0006】しかしながら、近年廃棄物の形態は複雑多岐にわたっており、複数の異なった素材が一体化した複合的な廃棄物も多く、さらに有害物質が含まれている廃棄物もある。このような複合廃棄物を資源として再利用するためには、複数の異なった素材が一体化した廃棄物から、有用な物質、有害な物質を選択的に分離・回収しなければならないが、このような処理技術は未だ確立されていない。

【0007】また見方を変えれば廃棄物は有害物質を分

離できれば資源の宝庫ともなる。いわゆる廃棄物は相対的価値判断によりそのように呼ばれるものである。資源化技術を確立し、資源化に必要なコストを低減できればそれは資源であって廃棄物ではなくなる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題を解決するためになされたものである。すなわち本発明は金属や有機物を構成材として有する物体を効果的、経済的に処理できる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。

【0009】また 本発明はダイオキシンの発生を抑制することが可能な処理方法及び処理装置に関し、特に、廃車等の熱分解処理、工場、一般家庭等からでるゴミや、廃棄物の処理にあたってダイオキシンを含む有機ハロゲン化合物が発生することを抑制することが可能な処理装置、処理方法を提供することを目的とする。また、ダイオキシンなどの有害な有機ハロゲン化合物を含有する熱分解残渣、焼却残渣、残液、土壌、汚泥等中の残留ダイオキシン濃度を低減することができる処理方法、処理装置を提供することを目的とする。さらに本発明はダイオキシンなどの有機ハロゲン化合物を含有する土壌から清浄な土壌を生産することを目的とする。さらに本発明は、ダイオキシン類、PCB、コプラナPCBなどの有機ハロゲン化合物および重金属等の有害物質に汚染された土壌、焼却飛灰を清浄化することができる処理方法および処理装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するため、本発明の処理装置は以下のような構成を採用している。すなわち本発明の処理装置は、第1の開口部を有する第1の気密室と、前記第1の開口部に挿入可能に配置され、挿入方向に第2の開口部を有する管と、前記第1の開口部を開閉可能に配置され、前記管が前記第1の開口部に挿入されたときに前記管によって前記第1の気密室から遮蔽される気密扉と、を具備したことを特徴とする。

【0011】第1の気密室としては、例えば加熱炉、減圧炉、減圧加熱炉等をあげることができる。またこのような気密室は、単室の構成だけでなく、扉を隔てて複数並べるようにしてもよい。またこれら気密室の前段または後段に、処理対象物体の処理雰囲気を変化させるパージ室、処理対象物体を予熱する予熱室、処理対象物体を冷却する冷却室などをさらに備えるようにしてもよい。第1の気密室内を減圧する場合、第1の開口部を介して第1の気密室を排気する排気系を備えるようにすればよい。排気系としては各種真空ポンプ（ロータリーポンプ、油拡散ポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ、イオンゲッターポンプ、液封ポンプなど）や、ブロワー、ファンなどをあげることができる。このような排気系により第1の気密室内の圧力を調節す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0012】第1の気密室には第1の開口部が設けられている。本発明の処理装置では第1の気密室内を加熱、減圧等により処理対象物体から生じたガス状排出物は、気密扉が開いているとき、第1の開口部に挿入された管を通じて外へ取り出されて処理される。ここでガス状排出物は、処理対象物体の加熱、減圧等により生じるガス、液滴、ミスト、固体微粒子などを含むものとする。ガス状排出物としては例えば処理対象物体の構成成分の熱分解や反応により生成したガスや、構成成分が気化したガスなどをあげることができる。第1の気密室から取り出されたこれらガス状排出物は所定の処理系に導入される。ガス状排出物の処理系には様々な態様があるが、例えば凝縮、熱分解、クラッキング、改質（ハイドロリフォーミングを含む）、触媒による分解、プラズマやグロー放電による分解、各種吸着剤による吸着、乾式フィルターや湿式フィルター（液体フィルター）によるトラップをあげることができる。この第1の開口部は複数配設するようにしてもよい。またこの第1の開口部は、第1の気密室に処理対象物体を導入するための開口部、第1の気密室から処理対象物体を出すための開口部とは別に設けることが好ましい。

【0013】第1の気密室の第1の開口部には開閉可能なシャッターである気密扉が配設されている。気密扉は例えばシリンダー等の駆動機構により開閉するようにすればよい。気密扉の動作方向が第1の開口部の開口面の法線方向と実質的に垂直な場合、シリンダーの押圧力を第1の開口部の開口面の法線方向へ変換するジョイントなどの機構をシリンダーと気密扉との接続部に設けるようにしてもよい。このようにすることにより気密扉を第1の開口面の法線方向へより強く押しつけることができ、気密性を向上することができる。気密扉は多重に配設するようにしてもよい。また気密扉が閉じているとき気密扉のシール部が接触する部分は冷却することが好ましい。

【0014】本発明の処理装置では、気密扉を開いて第1の気密室の第1の開口部に外側から管を挿入し、この管を通じてガス状排出物を気密室から外部へ取り出す。また第1の気密室と前記第1の開口部を介して接続された第2の気密室を設け、管をこの第2の気密室から第1の開口部へ挿入するようにしてもよい。前記管は、前記第1の開口部と整合するような外形を有している。管の形態としては、管が前記第1の開口部に挿入されたとき前記気密扉を挟んで前記第1の気密室と対向する側に第3の開口部を有するものがある。第3の開口部は、第2の開口部と対向するように配設してもよいし、管の側面に配設するようにしてもよい。

【0015】また管を2重構造にして内層と外層との間に冷媒、例えば窒素ガス、空気、水など、を流通させるようにしてもよい。これにより管による気密扉の遮蔽能

が向上するし、管を効果的に冷却することができるようになる。例えば処理対象物体から金属を気化させ、気化した金属を管内で凝縮させる場合にも、凝縮効率を向上することができる。さらに管を交換可能に配設するようにしてもよい。このようにすれば管は凝縮物を回収するための交換可能なカートリッジとしても機能する。

【0016】管が第1の開口部に挿入されたときに、管の側面の第2の開口部と第3の開口部との間の領域により、気密扉は第1の気密室から遮蔽される。このため気密扉にガス状排出物が凝縮したり付着したりするのを防止することができる。また例えば気密扉のシール部に樹脂等からなるパッキンを配設した場合でも、気密扉のシール部がガス状排出物の熱により損傷するのを防止することができる。したがって気密扉のシール性を保つことができる。このように本発明の処理装置では、第1の気密室から外部へのインターフェースを、気密扉と管とにより実現したものである。

【0017】前記第1の気密室の前記第1の開口部に筒状のスリーブを具備し、前記管をこのスリーブへ挿入するようにしてもよい。第1の気密室内の温度変化に伴って管や第1の開口部乃至はスリーブは熱膨張等により変形する。この熱膨張により挿入した管が第1の開口部や管から抜くことができなくなることがある。このため例えばスリーブの熱膨張率を管の熱膨張率と同じかより大きくするようにしてもよい。また、スリーブを加熱または保温し、かつ管を冷却することで、管を選択的に収縮させるようにしてもよい。

【0018】またスリーブは、例えばカーボンや金属など熱伝導率の高い材料で構成することが好ましい。このようにすることにより、処理対象物体からの蒸発物が管の第2の開口部からより遠くの方まで到達してから凝縮する。したがって回収効率を向上することができる。

【0019】本発明の処理装置では、管の移動動作を補助するため、前記管の挿入方向に沿って配設され、前記管の挿入、脱着動作をガイドする手段を備えるようにしてもよい。ガイド手段としては例えばガイドレールやガイドローラ等を必要に応じて備えるようにすればよい。

【0020】また本発明の処理装置の態様として、前記気密扉を介して前記第1の気密室と隣接する第2の気密室をさらに具備し、前記管は前記第2の気密室から前記第1の気密室の前記第1の開口部へ挿入されるものがある。すなわち第1の気密室と第2の気密室とは、気密扉が設けられた第1の開口部を通じて接続されている。そして管はこの第2の気密室から前記第1の開口部へ挿入される。前記管が前記第1の気密室の前記第1の開口部へ挿入されたとき、前記第1の気密室と前記第2の気密室とは前記管によって接続される。管が第1の開口部に挿入されたとき、管の第2の開口部は気密扉より第1の気密室側に、第3の開口部は気密扉より第2の気密室側に位置するように配設される。同時に前記気密扉は管に

よって前記第1の気密室および前記第2の気密室から遮蔽される。

【0021】第2の気密室では、処理対象物体からのガス状排出物の各種の処理を行うこともできる。例えば第2の気密室または管を冷却することにより、ガス状排出物を凝縮させるようにしてもよい。また第2の気密室でガス状排出物の改質クラッキングを行うようにしてもよい。前記管または前記第2の気密室は、前記第1の気密室と排気系との間に設けるようにしてもよい。この場合前記排気系は前記管または前記第2の気密室を介して前記第1の気密室と接続されることになる。このような構成を採用することにより、例えば第1の気密室で処理対象物体から減圧下で気化させた金属を、減圧状態のまま前記管内や前記第2の気密室内に凝縮させることができる。またガス状排出物の処理も減圧状態で行うことができるようになる。減圧下では分子間距離が長くなるので、常圧時または加圧時よりも分子間での反応の機会が少なくなる。例えばガス状排出物中に芳香族炭化水素、ハロゲン、酸素といった有機ハロゲン化合物生成能を有する成分が含まれている場合でも、有機ハロゲン化合物の生成を抑制することができる。また減圧状態は、例えばガス状排出物のプラズマ放電などによる処理を行う場合にも好適である。

【0022】第2の気密室は温度を調節（冷却、加熱）することが好ましい。第2の気密室の冷却構造としては、例えば第2の気密室を2重構造にし、外層に水などの冷媒を循環させるいわゆる水冷ジャケット構造をあげることができる。このようにすることにより、管内または第2の気密室内に処理対象物体からの蒸発物やガス状排出物を効率的に凝縮させることができる。

【0023】前記管を交換可能なカートリッジとして配設する場合、例えば前記第2の気密室に前記管を交換するための気密に開閉可能な扉を設け、この扉を開いて前記管を交換するようにしてもよい。なお管内または第2の気密室内に凝縮した金属はそのまま大気中に取り出すと激しく燃焼することがある。このため、金属を凝縮させて回収する場合には、凝縮させた金属を外部に取り出す前に非酸化性ガスで冷却することが好ましい。したがって第2の気密室には非酸化性ガスを供給する手段を具備することが好ましい。

【0024】本発明の処理装置では、第2の気密室を開いて管を外部に取り出す場合でも、気密扉の気密性が保たれているため第1の気密室内に外気がリークするのを防ぐことができる。したがって第1の気密室内の温度条件や圧力条件を保持したまま、管を外部へ取り出すことができる。このため処理装置の連続運転ができ、処理の生産性を向上することができる。本発明の処理装置では、この点がガス状排出物やその凝縮物を系外に取り出すために処理装置停止していた従来の処理装置と大きく異なる。

【0025】排気系は第2の気密室と接続しても、管の第3の開口部と接続してもよい。前者の場合ガス状排出物は管から第2の気密室を通過して排気系へと導かれる。後者の場合にはガス状排出物は管の第3の開口部から直接排気系へと導かれる。また管の前記第3の開口部と前記排気系とはできるだけ気密に接続することが好ましい。管の第3の開口部と排気系とを直接接続することにより、処理対象物体からの蒸発物が第2の気密室内に凝縮するのを防ぐことができる。

【0026】管により気密扉を遮蔽しながら管により処理対象物体からのガス状排出物を外部へ導出するためには、管は第1の開口部またはスリーブへできるだけフィットすることが好ましい。ところがスリーブや管または管内への凝縮物の熱膨張等に起因して、管がスリーブから抜けにくくなることもある。管の第3の開口部と排気系とを直接接続すると、管とスリーブとの間に多少の隙間があっても、第2の気密室と管との間の空間は第1の気密室および管を通じて排気され、ガス状排出物が第2の気密室と管との間の空間へ流入するのを防止することができる。管の第3の開口部と排気系とを接続するためには、管が第1の開口部へ挿入されたとき、第3の開口部と排気系とを接続する配管やパッキンを用いるようにしてもよい。

【0027】また、前記管が前記第1の気密室の前記第1の開口部へ挿入されたとき、前記管と前記第2の気密室との間の空間の圧力が前記第1の気密室内部の圧力よりも高くなるように調節する手段をさらに具備するようにしてもよい。さらに前記管が前記第1の気密室の前記第1の開口部へ挿入されたとき、前記第1の気密室内部の圧力が、前記管と前記第2の気密室との間の空間の圧力がよりも低く、かつ前記管内の圧力よりも高くなるように調節する手段を具備するようにしてもよい。すなわち第1の気密室内の圧力を P_1 、前記管と前記第2の気密室内の間の空間の圧力を P_2 、前記管内の圧力を P_3 としたとき、 $P_2 > P_1$ 、より好ましくは $P_2 > P_1 > P_3$ とすることにより、第1の気密室から前記管と前記第2の気密室内の間の空間へ蒸発物が侵入するのを防止することができる。

【0028】このような圧力の調節は、前記管と前記第2の気密室との間の空間にキャリアガスを供給することにより行うようにしてもよい。前記管と前記第2の気密室との間の空間に供給されたキャリアガスは、第1の気密室を通じて管内に導かれ、管の第3の開口部を通じて排気される。このため前記管と前記第2の気密室との間の空間は圧力によって第1の気密室からシールされるのである。前記管と前記第2の気密室との間の空間は、気密扉が開いているときに収容される空間ともつながっているから、気密扉、特にそのシール部、へ処理対象物体からの蒸発物が凝縮するのを防止することができる。さらにこのような構成を採用することにより、管とスリー

ブとはめあわせマージンが大きくなる。このため管とスリーブとががみ合って抜けなくなるのを防止することができる。

【0029】また本発明の処理装置では、前記第2の気密室（または管）と前記排気手段との間に配設されたフィルター手段をさらに具備するようにしてもよい。フィルター手段としては少なくとも湿式フィルターを備えることが好ましい。第1の気密室を排気系により減圧し、第1の気密室と排気系との間で処理対象物体からの蒸発物を凝縮しようとする場合、未凝縮の蒸発物や、凝縮した固体粒子がどうしても真空ポンプにまで到達してしまう。このため真空ポンプが痛んだり、メンテナンス頻度が高くなったりする。本発明の処理装置では、排気系の前段に油、水のような液体にガス中の微粒子、粉塵などをトラップする湿式フィルターを備えることにより、真空ポンプに微粒子、粉塵などが到達するのを防止することができる。湿式フィルターとしては例えば布状の担体に油を含浸させた油膜フィルターなどを用いることができる。油は毛細管現象等により布に吸い上げられ、油膜を形成する。排気系へと導かれる粉塵、微粒子はこの油膜にトラップされる。油に替えてアルカリ溶液などの水溶液による液体膜を形成して窒素酸化物や、硫酸酸化物などの酸性物質をトラップするようにしてもよい。また水封ポンプ、油封ポンプなどの液封ポンプを湿式フィルターとして用いるようにしてもよい。この場合粉塵、微粒子は液封ポンプの封液にトラップされる。

【0030】管や第2の気密室、あるいはこれらと真空ポンプとの間にネットや不織布などの乾式フィルターを配設してももちろん良い。このような乾式フィルターは管の内部や、第2の気密室内に配設するようにしてもよい。しかしながらこのような固体を乾燥状態でトラップするタイプのフィルターは、後ろ側を真空ポンプで排気していると、トラップした粉塵の一部を通過させることが不可避であるため、湿式のフィルターと組み合わせて用いることが好ましい。

【0031】本発明の処理方法は、処理対象物体を気密領域内で加熱して前記処理対象物体の構成成分を熱分解し、前記気密領域と開閉可能な気密扉を挟んで隣接する、前記熱分解により生じたガス状排出物成分の処理系側から、前記気密扉を開いて前記気密扉が前記気密領域から遮蔽されるように管を挿入して、前記ガス状排出物を前記処理系側へ導入する、ことを特徴とする。

【0032】また本発明の処理方法は、処理対象物体を気密領域内に導入し、前記気密領域の圧力を減じて前記処理対象物体の構成成分を抽出し、前記気密領域と開閉可能な気密扉を挟んで隣接する前記抽出成分の処理系側から、前記気密扉を開いて前記気密扉が前記気密領域から遮蔽されるように管を挿入して、前記抽出成分を前記処理系側へ導入する、ことを特徴とする。

【0033】また本発明の処理方法は第1の金属を含有

する処理対象物体を第1の気密領域内で減圧下で加熱して前記第1の金属を蒸発させ、前記気密領域と開閉可能な気密扉を挟んで隣接する第2の気密室から、前記気密扉が前記第1の気密室から遮蔽されるように管を挿入し、前記管を冷却して前記第1の金属を凝縮させることを特徴とする。

【0034】また本発明の処理装置は、第1の金属を含有する土壌を気密領域内で減圧下で加熱して前記第1の金属を蒸発させ、前記気密領域と開閉可能な気密扉を挟んで隣接する第2の気密室から、前記気密扉が前記気密領域から遮蔽されるように管を挿入し、前記管を冷却して前記処理対象物体から蒸発した前記第1の金属を凝縮させる、ことを特徴とする。

【0035】また本発明の処理装置は、水分と有機物と第1の金属とを含有する土壌を気密領域内で加熱して前記水分を蒸発させるとともに前記有機物を蒸発または熱分解し、蒸発した前記水分、前記有機物または前記有機物の熱分解生成物を、前記気密領域と開閉可能な第1の気密扉を介して接続された前記水分、前記有機物または前記有機物の熱分解生成物の処理系側から、前記第1の気密扉を開いて前記第1の気密扉が前記気密領域から遮蔽されるように管を挿入して前記処理系側へ導入し、前記水分と前記有機物との蒸発、および前記有機物の熱分解の後に前記第1の金属を蒸発させ、蒸発した前記第1の金属を、前記気密領域と開閉可能な第2の気密扉を挟んで隣接する第2の気密室側から、前記第2の気密扉を開いて前記第2の気密扉が前記気密領域から遮蔽されるように管を挿入して前記第2の気密室へ導入し、前記管を冷却して少なくとも前記第1の金属を凝縮させる、ことを特徴とする土壌の処理方法。前記土壌から、前記第1の金属を蒸発させた後には、実質的に有機ハロゲン化合物フリーな冷却ガスにより処理装置の加熱残渣を冷却することが好ましい。

【0036】すなわち本発明の処理方法は、気密領域で処理対象物体の加熱、減圧などを行うときに、処理対象物体からの蒸発物を含むガス状排出物を、気密領域の温度、圧力、酸素濃度などの諸条件を維持しつつ、気密領域からガス状排出物を取り出す方法である。このため本発明では気密領域の開閉口に配設され、気密領域を気密に封止することが可能な扉と、気密領域の開閉口に挿抜される管とを採用している。前述のように、本発明では、扉を開いて気密領域からガス状排出物を処理系に導入する場合に、開閉口に管を挿入し、この管によって開いた状態の待避位置にある扉をガス状排出物から遮蔽する。このような構成を採用することにより、気密扉にガス状排出物が凝縮したり付着したりするのを防止することができる。また気密扉のシール部がガス状排出物の熱により損傷するのを防止することができ、気密扉のシール性を保つことができる。

【0037】次に本発明を適用可能な処理装置の例につ

いて説明する。管と気密扉とを用いることにより、気密領域から処理系へ処理対象物体からのガス状排出物を取り出す本発明は、以下に説明するような各種の処理装置に適用することができる。

【0038】本発明は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理するために、樹脂などの有機物を処理する処理系手段と、金属を気化して回収する処理系とを備えたものである。

【0039】本発明の処理装置は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理する処理装置であって、前記処理対象物体の前記樹脂が選択的に熱分解するように温度と圧力とを調節する温度調節手段および圧力調節手段とを備えた第1の気密領域と、前記第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられ、前記処理対象物体中の金属を選択的に気化するように温度と圧力とを調節する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、前記第1の気密領域に接続され、前記樹脂の熱分解により生じたガスを処理する第1の処理系と、前記第2の気密領域に接続され、前記処理対象物体から気化した金属を処理する第2の処理系とを具備したことを特徴とする。

【0040】第1の気密領域は、処理対象物体中の金属（水銀を除く）が気化しないように樹脂等の有機物を選択的に熱分解するものである。一般に処理対象物が複雑である場合には、処理中に、処理対象物体が部分的に酸化されたり、還元されたり、あるいは相平衡状態が変化することがあり得るが、処理対象物体の構成金属（ただし水銀を除く）が処理対象物体内あるいは第1の気密領域に気化せずに残っていればよい。また処理対象物体の構成金属が実質的に酸化しないように維持しながら有機物を分解する温度調節手段と圧力調節手段とを備えるようにしてもよい。

【0041】温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。例えばシーズヒーター、ラジエントチューブなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、ガス、重油や軽油などを燃焼させるようにしてもよい。さらに誘導加熱手段を用いるようにしてもよい。温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよい。

【0042】第1の気密領域では処理対象物体中の金属があまり酸化したり気化しないような温度圧力条件で樹脂等の有機物は選択的に分解し、気化（油化してから気化したものも含む）あるいは炭化する。

【0043】そして気化した樹脂の分解生成ガスは第1の処理系で処理される。例えば回収されるが、この回収した樹脂の分解生成物を燃焼させて加熱手段として用いるようにしてもよい。前述のように、一般に処理対象物が複雑であり、また大量である場合には、処理中に、処

理対象物体が部分的に酸化されたり、還元されたり、あるいは相平衡状態が変化することがあり得る。例えば樹脂の分解生成物を回収する第1の処理系に、処理対象物体の構成金属が混入した場合には、後工程で分離回収するようにすればよい。

【0044】圧力調節手段としては、排気手段または加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを用いるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。圧力測定手段はブルドン管やピラニーゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0045】また、第1の気密領域に隣接してバージ領域を設けるようにしてもよい。バージ領域には排気系または加圧系などの圧力調節手段、処理対象物体の予熱または冷却のための温度調節手段を設けるようにしてもよい。さらに、系内のガス置換のためのキャリアガス導入系を設けるようにしてもよく、このキャリアガス導入系は加圧系と兼ねるようにしてもよい。処理対象物体は装置外部からバージ領域を経て第1の気密領域に導入される。

【0046】バージ領域を設けることにより、第1の気密領域への処理対象物体の導入の際に、第1の気密領域は装置外部から隔離される。また、第1の気密領域内に常に排気し減圧状態を保てるため真空ポンプの負担が軽減される。

【0047】同じように第2の気密領域に隣接してバージ領域を設けるようにしてもよい。処理対象物体は第2の気密領域からバージ領域を経て装置外部へ取り出される。

【0048】第2の気密領域の後段にバージ領域を設けることにより、処理対象物体を第2の気密領域から取り出す際に、第2の気密領域は装置外部から隔離される。したがって、第2の気密領域内に常に排気し減圧状態を保てるため真空ポンプの負担が軽減される。また、加熱した処理対象物体の温度が、大気圧下でも酸化されない温度に冷却されるまで、処理対象物体を外気から遮断して保持することもできる。

【0049】すなわちバージ領域は装置保全の観点からも処理対象物保全の観点からも、装置外部と第1および第2の気密領域とのバッファ領域として機能する。

【0050】この処理装置の第1の気密領域と第2の気密領域とは開閉可能な隔壁によって隔てられている。この隔壁はそれぞれの領域の気密性を保つとともに、それぞれの領域の断熱性を保つものである。例えば気密性を保つ真空扉と、断熱性を保つ断熱扉を組合わせて用いるようにしてもよい。第1のおよび第2の気密領域を、断熱扉—真空扉—断熱扉といった隔壁で隔てるようにすれば、それぞれの領域の気密性と断熱性が保たれる。こ

のように真空扉と、この真空扉が隔てる領域との間に断熱扉を配設することにより、真空扉に大きな熱的負荷がかかる場合であっても真空扉を熱的負荷から保護することができる。この場合には第1および第2の気密領域の熱から真空扉が保護される。

【0051】このような隔壁は当然ながら装置外部とパージ領域との間、パージ領域と第1の気密領域との間、第2の気密領域とパージ領域との間にも配設されが、それぞれどのような隔壁を配設するかは必要に応じて設計するようにすればよい。例えばパージ室の熱的負荷が小さい場合には真空扉を配設するようにすればよい。

【0052】処理対象物体が導入された第1の気密領域内は、処理対象物体中の金属の状態は保持され、樹脂は分解するように温度圧力条件が調節される。この温度圧力条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や圧力の測定値を加熱手段、圧力調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。第2の気密領域についても同様である。

【0053】また第1の気密領域内を減圧すると、酸素濃度も低下し加熱により処理対象物体が急激に酸化されることはない。また加熱により樹脂から大量の分解生成ガスが発生するが、一般的に樹脂は分解してもほとんど酸素を発生しない。さらに、樹脂の分解生成物も容易に気化される。

【0054】一方、減圧すると気密領域内の熱伝導率は低下する。しかし第1の気密領域内が非酸化雰囲気であれば、大気圧下または加圧下でも処理対象物体実質的に酸化されない。したがって第1の気密領域内が非酸化雰囲気であれば、加圧が可能であり系内の熱伝導率が向上する。

【0055】第1の処理系は処理対象物体を構成する有機物の分解生成ガスを含むガス状排出物を処理するものである。ここで、樹脂は合成樹脂でもよいし天然樹脂でもよく、またこれらの混合物でもよい。

【0056】この第1の処理系尾としては、ガスを凝縮させて油化する油化装置を用いるようにしてもよい。また樹脂の分解生成ガス中にハロゲン、有機ハロゲン化物などのガスが含まれる場合には、例えば触媒などを用いて分解するようにしてもよい。

【0057】前述のように、第1の処理系で回収した重油や軽油などを第1または第2の気密領域の加熱に用いるようにしてもよい。

【0058】また、第1の処理系は複数系統備えるようにしてもよいし、多段に接続するようにしてもよい。

【0059】第1の気密領域で処理対象物体の樹脂成分はほとんど分解し、分解生成ガスは回収、または無害化される。したがって、処理対象物体中の金属は気化せずに処理対象物体中に存在している。一方、処理対象物体の樹脂の多くは炭化物として存在している。そしてこの状態で処理対象物体を第1の気密領域から第2の気密領

域へ移送する。

【0060】本発明の処理装置では、第1の気密容器内で加熱された処理対象物体は、冷却されることなく第2の気密領域に導入される。したがって、第2の気密領域での投入エネルギーは大幅に節約され、加熱時間も短縮される。

【0061】処理対象物体が導入された第2の気密領域内は、処理対象物体中の金属が気化するように温度圧力条件が調節される。第2の気密領域内を減圧すると、処理対象物体中の金属は、常圧下よりも低い温度で蒸発する。また、酸素濃度も低下し第2の気密領域内は非酸化雰囲気になるから、気化した金属の金属状態は保たれる。

【0062】例えば、Znの760 Torrにおける沸点は1203 Kであるが、1 Torrでの沸点は743 K、10⁻⁴ Torrでの沸点は533 Kである。

【0063】また、例えばPbの760 Torr (1 atm)における沸点は2017 Kであるが、10⁻¹ Torrでの沸点は1100 K、10⁻³ Torrでの沸点は900 Kである。

【0064】このように第2の気密領域内で金属は温度圧力条件にしたがって選択的に気化する。

【0065】また、第2の気密領域に導入されたとき、処理対象物体の樹脂のほとんどは炭化物となっているから、処理対象物体から金属を気化させても分解生成ガスはほとんど発生しない。したがって気化した金属は金属状態のまま高い純度で回収され、また真空ポンプの負荷も軽減される。

【0066】第2の回収手段は、このように第2の気密領域で気化した金属を回収するものである。

【0067】例えば第2の気密領域に排気系を有する回収チャンバを接続し、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するようにしてもよい。回収チャンバ内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバと第2の気密領域との間、回収チャンバと排気系との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。気化した金属を連続的に凝縮、回収する場合でも、バッチ処理で凝縮、回収する場合でも、回収チャンバ内の気化した金属の滞留時間が長くなれば回収効率は高まる。

【0068】また、第2の気密領域内にN₂や希ガスをキャリアガスとして導入するようにしてもよい。気化した金属はキャリアガスにより回収チャンバに効率的に導入される。

【0069】第2の回収手段は複数系統備えるようにしてもよい。複数の第2の回収手段で同じ金属を回収するようにしてもよいし、第2の気密領域内の温度と圧力を段階的に調節して複数の金属をそれぞれ選択的に気化させ、複数系統の第2の回収手段を切り換えて回収するようにしてもよい。

【0070】また第2の回収手段は多段に接続するようにしてもよい。このように本発明の処理装置は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理するものである。本発明の処理装置は、処理対象物体の構成樹脂を分解する第1の気密領域を、処理対象物体の構成金属を気化する第2の気密領域の前段に備えることにより、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体の処理を可能にしたものである。気密領域内で大量に発生する処理対象物体の樹脂の分解生成ガスは、第1の気密領域に接続した第1の処理系でクラッキング、触媒反応、冷却、中和、吸着等の処理が施される。したがって第2の気密領域で金属が気化するような十分な加熱と減圧を行うことができる。

【0071】また、第1の気密領域内では、処理対象物体の金属があまり酸化したり気化しないような条件で樹脂を選択的に熱分解するから、金属は金属状態で処理対象物体から分離回収される。

【0072】また本発明の処理装置は、第1の気密領域の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段をさらに具備するようにしてもよい。例えば第1の気密領域内の酸素濃度を検出し、検出した酸素濃度に応じて第1の気密領域内の温度、圧力、キャリアガスの流量を調節してもよい。

【0073】酸素濃度調節手段を備えることにより、より選択的に処理対象物体の構成樹脂を熱分解することができる。また、第1の気密領域には、金属が実質的に酸化しないように維持しながら樹脂を選択的に熱分解する温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えるようにしてもよい。

【0074】この処理装置の特徴は、第1の気密領域に酸素濃度調節手段を備えたことにある。この酸素濃度調節手段により、第1の気密領域内の酸素濃度は第1の気密領域内の全圧とは独立に調節することができる。

【0075】第1の気密領域内の酸素濃度を調節することにより、第1の気密領域内での処理の自由度が大きくなる。例えば第1の気密領域内の熱伝導率を低下させずに、処理対象物体の構成金属の状態を維持できる。また加圧条件下でより積極的に樹脂を分解することができる。

【0076】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0077】酸素濃度センサは例えばジルコニア（酸化ジルコニウム）を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO₂の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0078】キャリアガスガスとしては例えばN₂や、Arなどの希ガスを用いるようにしてもよい。また、こ

のキャリアガスにより、第1の気密領域内の酸素濃度が調節されるだけでなく、樹脂の分解生成ガスは効率的に第1の回収手段へ導かれる。また、圧力調節手段と兼ねるようにしてもよい。さらに酸素に限らず、例えば塩素などハロゲンの濃度を検出し、検出した塩素濃度に応じて第1の気密領域内の温度、圧力、キャリアガスの流量を調節してもよい。このようにすることで、ダイオキシンが生成したり再合成されるのを抑制することができる。

【0079】また、第2の気密領域は複数備えるようにしてもよい。すなわち、樹脂と第1の金属と第2の金属とを構成材として有する処理対象物体を処理する処理装置であって、前記樹脂を選択的に熱分解する温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた前記処理対象物体中の第1の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第2の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた処理対象物体中の第2の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第3の気密領域と、第1の気密領域に接続された樹脂が分解して生成したガスを回収する第1の回収手段と、第2の気密領域に接続された処理対象物体から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段と、第3の気密領域に接続された処理対象物体から気化した第2の金属を回収する第3の回収手段とを具備するようにしてもよい。

【0080】この処理装置の形態の特徴は、第2の気密領域を複数備えたことにある。第2の気密領域を複数備えることにより、処理対象物体中に含まれる複数の金属はそれぞれ選択的に気化され、回収される。

【0081】また本発明の処理装置は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理する処理装置であって、前記処理対象物体を保持する、温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを備えた気密容器と、前記気密容器に接続して配設され、前記処理対象物体の前記樹脂が熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節したとき前記樹脂の熱分解により生じたガスを回収する第1の回収手段と、前記気密容器に接続して配設され、前記処理対象物体中の第1の金属が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節したとき前記処理対象物体から気化した金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。気密容器に接続して配設され、処理対象物体中の第2の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節したとき処理対象物体から気化した第2の金属を回収する第3の回収手段とをさらに具備するようにしてもよい。

【0082】第1の回収手段は、処理対象物体中の第1および第2の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の

温度と酸素濃度を調節したとき樹脂が分解して生成したガスを回収するようにしてもよい。

【0083】この処理装置は前述の本発明の処理装置が、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度条件など条件の異なる複数の気密領域を備えたものであるのに対し、1つの気密容器内の条件を変化させる手段と、系内の条件に応じた複数の回収手段を備えた処理装置である。

【0084】気密容器内の温度調節手段、すなわち処理対象物体の温度調節手段は前述の本発明の処理装置と同様に加熱手段と温度センサなどを用いるようにすればよい。加熱についても対流、輻射など各種加熱手段を必要に応じて選択または組合わせて用いるようにしてもよい。

【0085】圧力調節手段についても前述の本発明の処理装置と同様に、排気手段、加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを用いるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバから気体を系内に導入するようにしてもよい。圧力測定手段はブルドン管やピラニエージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0086】酸素濃度調節手段についても同様に酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにすればよい。

【0087】回収手段についても前述の本発明の処理装置同様に備えるようにすればよい。すなわち、第1の回収系としては例えば樹脂の分解生成ガスを凝縮回収する油化装置を備えるようにしてもよい。そして、この油化装置で得た油を加熱手段として用いるようにしてもよい。

【0088】また第2、第3の回収手段としては、例えば気密領域に排気系を有する回収チャンバを接続し、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するようにしてもよい。回収チャンバ内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバと第2の気密領域との間、回収チャンバと排気系との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体から気化した金属が回収チャンバ内に導入されたら、回収チャンバを閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0089】本発明の処理システムは、鉛を構成材として有する処理対象物体を処理する処理システムであって、前記処理対象物体を内部に保持する気密容器と、前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、前記処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段と、前記気密容器に接続され、前記処理対象物体から気化した鉛を

回収する回収手段とを具備したことを特徴とする。回収手段としては前述した管と気密扉とを組み合わせた構成を採用することができる。

【0090】また、鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを処理対象物体中の鉛が実質的に気化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第1の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器に接続した、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、気密容器に接続した、処理対象物体から気化した鉛を回収する第2の回収手段とを具備するようにしてもよい。

【0091】本発明の処理システムは、鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体を処理する処理システムであって、前記処理対象物体を内部に保持する気密容器と、前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、前記気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記温度調節手段と前記酸素濃度調節手段とを制御する第1の制御手段と、前記容器内の温度と圧力を前記処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御する第2の制御手段と、前記気密容器に接続され、前記樹脂の熱分解により生じたガスを回収する第1の回収手段と、前記気密容器に接続され、前記処理対象物体から気化した鉛を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0092】第1の制御手段は、気密容器内の温度と酸素濃度を処理対象物体中の鉛が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0093】本発明の処理方法は、気密容器内に鉛を構成材として有する処理対象物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程と、前記処理対象物体から気化した鉛を回収する工程とを有することを特徴とする。

【0094】また、鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、処理対象物体中樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と圧力を調節する第1の制御工程と、処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、樹脂が熱分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、処理対象物体から気化した鉛を回収する第2の回収工程とを有する

ようにしてもよい。

【0095】また、本発明の処理方法は、鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度を調節する第1の制御工程と、前記処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力を調節する第2の制御工程と、前記樹脂が熱分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、前記処理対象物体から気化した鉛を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0096】また、第1の制御工程は、処理対象物体中の鉛が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度を調節するようにしてもよい。

【0097】これらの本発明の処理システムおよび処理方法は、鉛を含む処理対象物体から鉛を分離回収することができるものである。

【0098】第1の制御工程は、例えば気密容器内の酸素濃度を10vol%以下程度に調節するようにしてもよい。酸素濃度を調節することにより、鉛の酸化が防止される。

【0099】また、第1の制御工程は、例えば気密容器内の温度を323～1073Kの範囲で調節するようにしてもよい。

【0100】また、第1の制御工程は、例えば気密容器内の圧力を760～10Torr程度に調節するようにしてもよい。圧力を調節することにより、より低い温度で鉛が気化される。

【0101】第2の制御工程は、例えば気密容器内の圧力を $7.6 \times 10^2 \sim 7.6 \times 10^3$ Torr程度に調節するようにしてもよい。加圧して樹脂を選択的に熱分解することにより、樹脂の熱分解が促進する。

【0102】また、第2の制御工程は、例えば気密容器内の温度を713～2273Kの範囲で調節するようにしてもよい。

【0103】この処理システムおよび方法の基本的特徴は、処理対象物体を気密容器内に導入し、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節して、処理対象物体中の鉛を選択的に気化させて、処理対象物体から分離、回収することにある。さらに鉛以外の金属についても、この金属が選択的に気化するような所定の温度、圧力条件に気密容器内を制御して、処理対象物体から分離、回収するようにしてもよい。

【0104】また、処理対象物体が鉛と樹脂とを含む場合には、まず、鉛が気化したり、酸化したりしないような条件で処理対象物体を加熱することにより、樹脂部分を選択的に熱分解（ガス化、油化、炭化物化）し、ついで鉛を選択的に気化させ、気化した鉛を金属状態で回収するものである。ここで樹脂は合成樹脂でもよいし天然

樹脂でもよく、またこれらの混合物でもよい。一般的に、熱可塑性樹脂は加熱により多くの部分を気化、油化させ回収することができるが、熱硬化性樹脂は炭化、気化する部分が多い。いずれにしても処理対象物体の構成樹脂を選択的に熱分解することにより、鉛を積極的に回収することができる。

【0105】処理システムの装置部分には、例えば前述したような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。すなわち、例えば、一つの気密容器内の温度、圧力、酸素濃度などの条件を段階的に調節して樹脂の選択的な熱分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。また、温度、圧力、酸素濃度などの条件の異なる複数の気密領域を配設し、各気密領域間を隔てる隔壁を開閉して処理対象物体を順次移送することにより樹脂の選択的な熱分解と、鉛の気化とを行うようにしてもよい。

【0106】温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、重油や軽油などの油を燃焼させるようにしてもよい。さらに誘導加熱を用いるようにしてもよい。温度測定手段としては各種温度計を用いるようにすればよい。

【0107】気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を制御することにより、処理対象物体中の鉛が酸化したり気化しないような温度圧力条件で樹脂は選択的に熱分解し、気化（油化してから気化したものも含む）あるいは炭化する。そして気化した樹脂の熱分解生成ガスは第1の回収手段で回収されるが、この回収した樹脂の分解生成物を燃焼させて加熱手段として用いるようにしてもよい。

【0108】圧力調節手段としては、排気手段または加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを真空度、排気容量など必要に応じて備えるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。

【0109】また、気密容器内にキャリアガスを導入するようにしてもよい、そしてこのキャリアガスを例えば排気系のバルブや導入流量を調節して加圧手段として用いるようにしてもよい。

【0110】圧力測定手段はブルドン管やピラニーゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0111】本発明の処理システムにおいても、温度調節手段と圧力調節手段とに加えて、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段を備えるようにしてもよい。

【0112】この酸素濃度調節手段を備えることにより、気密容器内の酸素濃度は全圧とは独立に調節される。気密容器内の酸素濃度を調節することにより、気密

容器内での処理の自由度が大きくなる。例えば気密容器内の熱伝導率を低下させることなく、樹脂を選択的に熱分解することができる。また、処理対象物体の構成金属の酸化、気化を抑制することもできる。特に処理対象物体が構成材として樹脂を含む場合、気密容器内の酸素濃度を調節することにより、鉛の状態を実質的に維持したまま、より効果的に樹脂を選択的に熱分解できる。例えば気密容器内を非酸化雰囲気中で1~10気圧程度に加圧して、より積極的に樹脂を選択的に熱分解することができる。

【0113】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0114】酸素濃度センサは例えばジルコニア（酸化ジルコニウム）を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO₂の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0115】そして本発明の処理システムは、このような温度調節手段、圧力調節手段または酸素濃度調節手段を制御する制御手段を備えている。この制御手段は気密容器内の温度、圧力または酸素濃度を、樹脂が選択的に熱分解するように、また、処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように制御するものである。この制御手段は気密容器内の状態を、前述した温度センサ、圧力センサ、酸素濃度センサなどにより測定し、この測定値を加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系などにフィードバックして気密容器内の状態を最適化するようにしてもよい。

【0116】そして、このような制御は気密容器内の状態のパラメータに応じて、操作員が加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系を操作するようにしてもよい。

【0117】また、測定した気密容器内の状態のパラメータを入力として、加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系などを気密容器内の条件が最適化されるように操作する信号を出力とするような制御装置を備えるようにしてもよい。この制御回路はプログラムとして、制御装置の記憶手段内に格納するようにしてもよい。

【0118】本発明の処理方法における第1の工程は、処理対象物体を加熱して樹脂を選択的に熱分解する工程である。

【0119】プラスチックなどの樹脂は323K（50℃）程度から溶融などが始まり、453~873K（180~600℃）程度で熱分解し主としてC₁~C₁₆の炭化水素系ガスを排出する。これら樹脂の選択的な熱分解によって生じた分解生成ガスは例えば排ガス処理系などで凝縮させるなどして有価な油として回収することができる。

【0120】この樹脂の選択的な熱分解は容器内の酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度は気密容器内の全圧により調節するようにしてもよいし、N₂、Arなどのキャリアガスを導入して調節するようにしてもよい。

【0121】気密容器内の酸素濃度を調節することにより、鉛の酸化を防止することができる。また、酸素濃度を全圧とは別に調節することにより、気密容器内の熱伝導率を低下させずに鉛の酸化を防止することができ、樹脂の分解効率、分解生成ガスの回収効率が向上する。場合によっては、N₂、Arなどのキャリアガスを導入して気密容器内を加圧して、樹脂を選択的に熱分解するようにしてもよい。

【0122】処理対象物体中の樹脂は完全に熱分解する必要はなく、鉛の分離、回収に悪影響を及ぼさない程度に分解すればよい。

【0123】鉛（金属）が760mmHgの蒸気圧を示すのは2017Kであるが、酸化鉛ではより低い1745Kで760mmHgの蒸気圧を示す。したがって、気密容器内の酸素濃度を調節することにより、金属鉛が酸化鉛に酸化するのを抑制して鉛の飛散を防止し、後工程でより積極的に鉛を回収することができる。

【0124】このように処理対象物体中の樹脂を選択的に熱分解したなら、気密容器内の温度と圧力を鉛が選択的に気化するように制御し、鉛を処理対象物体中から分離、回収する。

【0125】処理対象物体中に鉛以外の金属などが含まれている場合には、蒸気圧の差により鉛を選択的に気化させる。

【0126】鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1673Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。

【0127】したがって、処理対象物体を1673K程度に加熱することにより処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0128】また、大気圧下では例えば2013Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、処理対象物体を1673K程度に加熱することにより処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0129】また、気密容器内を減圧することによりさらに低い温度で処理対象物体中の鉛を気化させることができる。

【0130】気密容器内の圧力を10-Torrに調節すれば、ほぼ1100K程度に加熱することにより、処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0131】また、気密容器内の圧力を10-3Torr

に調節すれば、ほぼ900K程度に加熱することにより、処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0132】さらに、気密容器内の圧力を10-4Torrに調節すれば、ほぼ700K程度に加熱することにより、処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0133】このように選択的に発生させた鉛の蒸気は、例えば鉛の融点以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収する。

【0134】このように蒸気鉛を凝縮、結晶化して回収する場合、装置内の蒸気鉛の滞留時間を長く設定することで鉛の回収率は高くなる。例えば回収装置の構造は向流構造あるいは螺旋構造にするようにしてもよい。

【0135】また、気密容器内から回収装置へN₂や、Arなどの希ガスをキャリアガスとして流すことにより、鉛蒸気をより選択的に回収することができる。

【0136】樹脂を選択的に熱分解する工程と、鉛を選択的に気化させる工程を連続的に行うことにより、後の工程の投入エネルギーを大きく抑制することができる。

【0137】すなわち、気体の熱伝導率は圧力低下にしたがって減少するから、鉛を気化する工程で気密容器内を減圧するほど大きなエネルギーを投入する必要がある。しかし本発明の処理システム、処理方法では、樹脂の熱分解工程が鉛を気化させる工程の予備加熱段階ともなっており、鉛を気化する工程で投入するエネルギーを大きく節約することができる。

【0138】さらに、処理対象物体中の水分や油分は樹脂の熱分解工程で処理対象物体から除去されるため、鉛を気化させる工程に悪影響を及ぼすことはない。

【0139】また、本発明の処理システムは、金属で接合された第1の物体と第2の物体とを有する処理対象物体を処理する処理システムであって、前記処理対象物体を内部に保持する気密容器と、前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、前記第1の物体と第2の物体とを接合する前記金属が気化するように、前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0140】また、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備するようにしてもよい。

【0141】また、第1の金属と第2の金属とからなる合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力

を調節する圧力調節手段と、樹脂が選択的に熱分解するように温度調節手段を制御する第1の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第2の金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、樹脂が選択的に熱分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段とを具備するようにしてもよい。また、第1、第2の金属の酸化状態を実質的に維持しながら樹脂を選択的に熱分解するようにしてもよい。

【0142】また、第1の金属と第2の金属とからなる合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の温度と圧力とを樹脂が選択的に熱分解するように温度調節手段を制御する第1の制御手段と、前記気密容器内の温度と圧力とを合金の第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、気密容器内の温度と圧力とを合金の第2の金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、樹脂が選択的に熱分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段とを具備するようにしてもよい。また、第1、第2の金属の酸化状態を実質的に維持しながら樹脂を選択的に熱分解するようにしてもよい。

【0143】また本発明の処理システムは、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体とを有する処理対象物体を処理する処理システムであって、内部に前記処理対象物体を保持する気密容器と、前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、前記気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記温度調節手段と前記酸素濃度調節手段とを制御する第1の制御手段と、前記合金の第1の金属が選択的に気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する第2の制御手段と、前記合金の第2の金属が気化するように前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する第3の制御手段と、前記樹脂が熱分解して生じたガスを回収する第1の回収手段と、前記合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収手段とを具備したことを特徴とする。

【0144】また、第1の制御手段は、気密容器内の温度と酸素濃度とを合金の第1の金属の状態が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0145】例えばZn、Cd、Hg、Ga、In、Tl、Sn、Pb、Sb、Bi、AgまたはInのうち少なくとも1つの元素を第1の金属として処理対象物体から分離または回収するようにしてもよい。

【0146】また、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節することにより、これ以外の金属についても金属状態のまま分離、回収することができる(図30参照)。このことは特に述べない場合も、本発明の全ての部分を通じて同様である。

【0147】また本発明の処理方法は、金属で接合された第1の物体と第2の物体とを有する処理対象物体を処理する処理方法であって、前記処理対象物体を気密容器内に導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記金属が気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特徴とする。

【0148】また、気密容器内に第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、第1の物体と第2の物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記合金が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有するようにしてもよい。

【0149】また、気密容器内に、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体とを有する処理対象物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第1の工程と、合金中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の工程と、合金中の第2の金属が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の工程と、樹脂が分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有するようにしてもよい。

【0150】また第1の工程では、前記合金中の第1の金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と圧力とを調節するようにしてもよい。

【0151】また本発明の処理方法は、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された、樹脂を構成材として有する第1の物体と第2の物体とを有する処理対象物体を処理する処理方法であって、気密容器内に前記処理対象物体を導入しこの気密容器を密閉する工程と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、前記合金中の第1の金属が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、前記合金中の第2の金属が気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の制御工程と、前記樹脂の熱分解により生じたガスを回収する第1の回収工程と、前記合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。

【0152】また第1の制御工程は、合金の第1および第2の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0153】また、気密容器内に、樹脂を構成材として有する回路基板と、この回路基板と第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された電子部品とからなる実装基板を導入しこの気密容器を密閉する工程と、樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、合金中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、合金中の第2の金属が気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節する第3の制御工程と、樹脂が選択的に熱分解して生じたガスを回収する第1の回収工程と、合金から気化した第1の金属を回収する第2の回収工程とを有することを特徴とする。第1の制御工程は、合金の第1および第2の金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0154】このような本発明の処理システムは、金属または合金で接合された処理対象物体の接合を解除することができる。また本発明の処理方法は、金属または合金で接合された処理対象物体の接合を解除することができる。

【0155】このような本発明の処理システム、処理方法の基本的な考え方は、気密容器内に処理対象物体を導入し、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節して、接合している金属または合金を気化させることにより、接合を解除するものである。気化した金属は凝縮させるなどして回収するようにすればよい。

【0156】処理対象物体が樹脂を構成材として有する場合には、まず樹脂部分を選択的に熱分解して、気化、油化、炭化する。この樹脂の選択的な熱分解は、気密容器内の温度、圧力または酸素濃度を金属があまり酸化したり気化しないような条件に調節して行うようにしてもよい。すなわち、処理対象物体の構成金属の酸化状態、相平衡状態をできるだけ保ちながら樹脂を熱分解するようにしてもよい。

【0157】ついで気密容器内の温度、圧力を調節して処理対象物体中の接合金属を選択的に気化させる。複数の金属(元素)が処理対象物体中に含まれる場合には、それぞれの金属に応じて気密容器内の温度、圧力を調節し、金属毎に選択的に気化するようにすればよい。

【0158】処理システムの処理装置部分は、前述した本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。すなわち、例えば一つの気密容器内の温度、圧力、酸素濃度などの条件を段階的に調節して樹脂の選択的な熱分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。また、温度、圧力、酸素濃度などの条件の異なる複数の気密領域を配設し、

各気密領域間を隔てる隔壁を開閉して処理対象物体を順次移送することにより樹脂の選択的な熱分解と、鉛の気化を行うようにしてもよい。

【0159】また、温度調節手段、圧力調節手段、酸素濃度調節手段、制御手段、樹脂の回収手段、金属の回収手段なども前述同様である。

【0160】本発明の処理システム、処理方法の処理対象物体としては、例えばプリント基板と各種電子部品とがPb-Snなどのハンダ合金などで接合された実装基板、このような実装基板を有する電子機器などを1例としてあげることができる。

【0161】実装基板以外にも金属または合金で接合された処理対象物体であれば、その接合を解除することができる。

【0162】例えば、本発明の処理装置に実装基板を導入し、酸素濃度を調節して樹脂があまり酸化されない温度（例えば473K程度）まで加熱し、ついで気密容器内を減圧し酸素濃度を調節してさらに鉛が酸化、気化しないような温度まで加熱（例えば10-3 Torrでは523~773K程度）して実装基板の構成樹脂を熱分解し、さらに、鉛の沸点（例えば10-3 Torrではほぼ900K）以上に加熱して鉛を気化させ、同様にスズを気化させて、実装基板を電子部品と回路基板（電子部品を搭載する基板をここでは回路基板とよぶ）とに分離し、回収するようにしてもよい。

【0163】鉛などの金属が樹脂の選択的な熱分解時に気化しても、回収系に金属の分離手段を設けるようにすればよい。このことは本発明のすべてについて共通である。

【0164】また、例えば、本発明の処理装置に実装基板を導入し、酸素濃度を調節して樹脂があまり酸化されない温度（例えば473K程度）まで加熱し、ついで気密容器内を減圧し酸素濃度を調節してさらに鉛が実質的に酸化、気化しないような温度まで加熱（例えば10-3 Torrでは523~773K程度）して実装基板の構成樹脂を熱分解し、さらに、例えば973K程度まで加熱して、Zn、Sbなどを気化させ回収するようにしてもよい。

【0165】さらに例えば1773K程度まで加熱して、Au、Pt、Pd、Ta、Ni、Cr、Cu、Al、Co、W、Moなどを気化させ回収するようにしてもよい。

【0166】ハンダ合金はPb-Snに限ることはなく、例えばAg-Sn、Zn-Sn、In-Sn、Bi-Sn、Sn-Ag-Bi、Sn-Ag-Bi-Cuなどのような、いわゆるPbフリーハンダでもよい。また、これら以外の合金や、金属単体により接合されているもよい。

【0167】処理対象物体は樹脂が構成材として含まれていてもよい。樹脂は熱可塑性樹脂でも熱硬化性樹脂で

もよく、これらの混合物でもよい。

【0168】処理対象物体が構成材として樹脂を含む場合には、これまで述べてきたように樹脂部分は選択的に熱分解（気化、油化、炭化など）するようにすればよい。選択的な熱分解により生成したガスなどは、例えば排ガス処理系などで凝縮させ回収するようにしてもよい。軽油、重油など回収した樹脂の分解生成物は処理対象物体の加熱に用いるようにしてもよい。樹脂成分の選択的な熱分解は完全に行う必要はなく、接合金属の分離、回収を妨げない程度に熱分解されればよい。また、前述のように、接合金属の一部が気化しても、回収系に気化した金属の分離回収手段を設けるようにすればよい。

【0169】プラスチックなどの樹脂は323K程度から熔融などが始まり、453~873K程度で熱分解し主としてC1~C8、C8~C16などの炭化水素系ガスを排出する。これら樹脂の選択的な熱分解によって生じた分解生成ガスは例えば排ガス処理系などで凝縮させるなどして有価な油として回収することができる。一般的に回路基板を構成する樹脂は熱硬化性樹脂が多く、炭化、気化する成分が多い。

【0170】この樹脂の選択的な熱分解は容器内の酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度は気密容器内の全圧により調節するようにしてもよいし、N₂、Arなどのキャリアガスを導入して調節するようにしてもよい。

【0171】気密容器内の酸素濃度を調節することにより、例えば鉛やスズなどの接合金属の酸化を防止することができる。また、酸素濃度を全圧とは別に調節することにより、気密容器内の熱伝導率を低下させずに金属の酸化を防止することができ、樹脂の分解効率、分解生成ガスの回収効率が向上する。場合によっては、N₂、Arなどのキャリアガスを導入して気密容器内を加圧して、樹脂を選択的に熱分解するようにしてもよい。処理対象物体中の樹脂は完全に熱分解する必要はなく、金属の分離、回収に悪影響を及ぼさない程度に分解すればよい。

【0172】例えば金属鉛が760mmHgの蒸気圧を示すのは2017Kであるが、酸化鉛ではより低い1745Kで760mmHgの蒸気圧を示す。したがって、気密容器内の酸素濃度を調節することにより、金属が酸化物に酸化するのを抑制して、後工程でより積極的に回収することができる。さらに、金属として回収することにより、利用価値が高くなる。このように処理対象物体中の鉛の状態を実質的に維持しながら樹脂を熱分解したなら、気密容器内の温度と圧力を鉛が選択的に気化するように制御し、鉛を処理対象物体中から分離、回収する。

【0173】処理対象物体中に鉛以外の金属などが含まれている場合にも、蒸気圧の差により鉛を選択的に気化

させる。

【0174】例えば、鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1673Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、処理対象物体を1673K程度に加熱することにより処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0175】また、大気圧下では例えば2013Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、処理対象物体を1673K程度に加熱することにより処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0176】また、気密容器内を減圧することによりさらに低い温度で処理対象物体中の鉛を気化させることができる。

【0177】気密容器内の圧力を10-1Torrに調節すれば、1100K程度に加熱することにより、処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0178】また、気密容器内の圧力を10-3Torrに調節すれば、900K程度に加熱することにより、処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0179】さらに、気密容器内の圧力を10-4Torrに調節すれば、700K程度に加熱することにより処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0180】このように選択的に発生させた鉛の蒸気は、例えば鉛の融点以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収する。

【0181】このように蒸気鉛を凝縮、結晶化して回収する場合、装置内の蒸気鉛の滞留時間を長く設定することで鉛の回収率は高くなる。例えば回収装置の構造は向流構造あるいは螺旋構造にするようにしてもよい。

【0182】また、気密容器内から回収装置へN₂や、Arなどの希ガスをキャリアガスとして流すことにより、鉛蒸気をより選択的に回収することができる。

【0183】樹脂を熱分解する工程と、鉛を選択的に気化させる工程を連続的に行うことにより、後の工程の投入エネルギーを大きく抑制することができる。

【0184】すなわち、気体の熱伝導率は圧力低下にしたがって減少するから、鉛を気化する工程で気密容器内を減圧するほど大きなエネルギーを投入する必要がある。しかし本発明の処理システム、処理方法では、樹脂の熱分解工程が鉛を気化させる工程の予備加熱段階ともなっており、鉛を気化する工程で投入するエネルギーを大きく節約することができる。

【0185】さらに、処理対象物体中の水分や油分は樹

脂の選択的な熱分解工程で処理対象物体から除去されるため、鉛を気化させる工程に悪影響を及ぼすことはない。

【0186】本発明の処理システムは、樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を処理する処理システムであって、前記処理対象物体を内部に保持する気密容器と、前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の前記温度調節手段と前記圧力調節手段とを制御する制御手段と、具備したことを特徴とする。

【0187】また、気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段は、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0188】また、本発明の処理システムは樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する制御手段とを具備するようにしてもよい。樹脂の選択的な熱分解時には、構成金属の状態をできるだけ維持するように温度、圧力または酸素濃度を調節するようにしてもよい。

【0189】本発明の処理システムは、樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を処理する処理システムであって、前記処理対象物体を内部に保持する気密容器と、前記気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、前記気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、前記気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の前記温度調節手段と前記圧力調節手段と前記酸素濃度調節手段とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0190】また、制御手段は、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度調節手段と圧力調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0191】また、本発明の処理システムは、樹脂と第1の金属と第2の金属とが一体化した処理対象物体を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御する制御手段と、第1の金属が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節手段を制御する第2の制御手段と、処理対象物体から気化した第1の金属を回収する回収手段とを具備するようにしてもよい。制御手段は、第1および第2

の金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度調節手段と酸素濃度調節手段とを制御するようにしてもよい。

【0192】また本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を導入する工程と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程とを有することを特徴とする。

【0193】また、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。また本発明の処理システムは、気密容器内に樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を導入する工程と、樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有するようにしてもよい。

【0194】また本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と金属とが積層された処理対象物体を導入する工程と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程と、前記処理対象物体を金属が溶融するとともに表面積が小さくなるように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有することを特徴とする。

【0195】また、金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0196】また、本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と銅とが積層された処理対象物体を導入する工程と、銅の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する工程と、処理対象物体を銅が融解するとともに表面積が小さくなるように気密容器内の温度と圧力とを調節する工程とを有するようにしてもよい。

【0197】また本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を導入する工程と、金属の状態を実質的に維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と圧力と酸素濃度とを調節する工程とを有するようにしてもよい。

【0198】また本発明の処理方法は、気密容器内に樹脂と第1の金属と第2の金属とが一体化した処理対象物体を導入する工程と、前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを調節する第1の制御工程と、前記第1の金属が選択的に気化するように前記気密容器内の温度と圧力とを調節する第2の制御工程と、前記処理対象物体から気化した第1の金属を回収する工程とを有することを特徴とする。

【0199】また、第1の制御工程は、第1および第2の金属が実質的に酸化しないように維持するとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度と酸素濃度とを調節するようにしてもよい。

【0200】このような本発明の処理システムは、樹脂

と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理することができるシステムである。また、このような本発明の処理方法は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理することができる方法である。

【0201】すなわち、このような本発明の処理システムまたは処理方法の基本的な考え方は、気密容器内に樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を導入し、まず樹脂部分を選択的に熱分解し、気化、油化、炭化する。この樹脂の選択的な熱分解は、気密容器内の温度、圧力または酸素濃度を金属が酸化したり気化しないような条件に調節して行うようにしてもよい。

【0202】この操作のみでは未だ処理対象物体中から金属を分離することが困難な場合には、ついで気密容器内の温度、圧力を調節して処理対象物体中の金属を選択的に気化させる。複数の金属（元素）が処理対象物体に含まれる場合には、それぞれの金属に応じて気密容器内の温度、圧力を調節し、金属毎に選択的に気化するようにすればよい。装置については、例えば前述のような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0203】このような本発明の処理システムまたは処理方法の処理対象物体は、単に樹脂と金属とを有する処理対象物体だけでなく、樹脂と金属が一体化した処理対象物体も処理できる。

【0204】このような樹脂と金属とを有する処理対象物体としては、例えば、レトルト食品などの包装容器などのプラスチックフィルムでラミネートされたアルミニウム箔や、注射器、樹脂と銅・ニッケルなどの金属が一体化したプリント基板、フレキシブル基板あるいはTABのフィルムキャリア、IC、LSI、抵抗器、などを1例としてあげることができる。また、例えば本発明の処理システムまたは処理方法で鉛を除去した廃棄物を処理対象物体とするようにしてもよい。

【0205】さらに、本発明の処理システムまたは処理方法で、金属または合金による接合を解除した処理対象物体を処理対象物体とするようにしてもよい。例えば本発明の処理システムまたは処理方法で実装基板を基板と電子部品とに分離し、基板、部品をそれぞれ処理対象物体とするようにしてもよい。さらに例えば、本発明の処理装置、処理システムまたは処理方法の各態様を組み合わせるようにしてもよい。

【0206】処理対象物体の有機物を選択的に熱分解するためには、あるいは、構成金属が全体としてできるだけ酸化したり気化したりしないようにしながら有機物を選択的に熱分解するには、例えば、気密容器内の圧力を制御して処理対象物体を加熱するようにしてもよいし、気密容器内の酸素濃度を制御して処理対象物体を加熱するようにしてもよい。

【0207】酸素濃度を制御するには、気密容器内の全圧を調節することにより酸素分圧を調節するようにしてもよいし、窒素ガス、希ガスなどのガスを気密容器内に

導入して系内の酸素濃度を調節するようにしてもよい。処理対象物体の加熱により樹脂部分の酸化が急速に進むと、すなわち燃えてしまうと、樹脂部分と一体化している金属部分も酸化されて酸化物となり利用価値が低下するので注意が必要である。また、処理対象物体の加熱にあたっては、気密容器内が減圧されると熱伝導率が低下し昇温効率が低下するので、樹脂を所定の温度まで加熱してから減圧し、さらに加熱するようにしてもよい。

【0208】さらに、気密容器内を非酸化雰囲気中で金属の酸化状態が保たれるような温度まで加熱加圧することによって熱伝導率を高くして昇温効率を向上させ、酸化状態が保たれるような温度まで加熱してから減圧し、さらに加熱するようにしてもよい。加圧加熱することにより比較的分子量の小さい樹脂の分解成分の回収率が高くなる。

【0209】また金属部分が複数の金属からなっているような場合、さらに加熱し、元素ごとに選択的に蒸発させて回収するようにしてもよい。

【0210】処理対象物体の樹脂の分解生成ガスは凝縮させて回収するようにしてもよく、例えば排ガス処理系などで回収するようにしてもよい。また例えば1000℃以上の高温で改質、熱分解してから凝縮させるようにしてもよい。1000℃以上の高温から常温まで冷却することによりダイオキシンの生成を抑制することができる。

【0211】また、水素ガスは吸着させるなどして回収するようにすればよいし、またハロゲン化炭化水素などが発生する場合には、例えば触媒などを用いて分解するようにしてもよい。

【0212】また、樹脂がポリ塩化ビニル系の樹脂などをハロゲンを含む場合には、まず最初に廃棄物の構成金属の酸化状態が保たれる範囲で常温加熱してハロゲンガスを発生させるようにしてもよい。発生したハロゲンガスは、例えば高温に加熱した鉄と接触させハロゲン化鉄として回収するようにしてもよいし、アンモニアと反応させハロゲン化アンモニウムとして回収するようにしてもよい。

【0213】廃棄物の加熱により生じたこれらのガスはマルチガス処理システムにより処理するようにしてもよい。

【0214】処理の例として例えば、各種包装容器などに用いられているプラスチックフィルムでラミネートされたアルミニウム箔（樹脂被覆アルミニウム箔という、以下、同じ）の処理について673K未満では樹脂部の炭化・油化などの熱分解が不十分である。また、923K以上に加熱するとアルミニウムは熔融してしまうので、673～923Kの温度で加熱することにより、樹脂部分は選択的に熱分解（気化、油化、炭化）し、アルミニウム箔は金属状態のまま回収される。

【0215】気密容器内の圧力を10-2Torr程度以

下に減圧し、あるいはN₂ Arなどのガスを導入して酸素濃度を調節して加熱すればさらに好適である。加熱温度も823～873Kにすればさらに好ましい。

【0216】また本発明の廃棄物処理システムは、樹脂と銅とが一体化した廃棄物を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、銅が実質的に酸化しないようにするとともに樹脂が選択的に熱分解するように気密容器内の温度を制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0217】また、本発明の廃棄物処理システムは、樹脂と銅とが一体化した廃棄物を内部に保持する気密容器と、気密容器内の温度を調節する温度調節手段と、気密容器内の酸素濃度を調節する酸素濃度調節手段と、銅が実質的に酸化しないように維持するとともに前記樹脂が選択的に熱分解するように前記気密容器内の温度と酸素濃度とを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0218】673K未満では樹脂部の炭化・油化などの熱分解が不十分である。673～923Kの温度で加熱することにより、樹脂は気化油化炭化し、銅は金属状態のまま回収することが可能である。

【0219】気密容器内の圧力を10-2Torr程度以下に減圧し、あるいはN₂ Arなどのガスを導入して酸素濃度を調節して加熱すればさらに好適である。加熱温度も823～873Kにすればさらに好ましい。

【0220】さらに本発明は、シュレッダーダストなどの金属と樹脂を含有する物体を、ダイオキシンの発生を抑制しながら処理する処理装置および処理方法を提供することを目的とする。

【0221】さらに本発明は、電子部品などが実装された回路基板などの物体を、ダイオキシンの発生を抑制しながら電子部品と回路基板とを分離し、鉛などの有害金属、銅などの金属を分離、回収する処理装置および処理方法を提供することを目的とする。

【0222】このような課題を解決するために、本発明の処理装置は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質手段と、前記改質手段と接続して配設され、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする。

【0223】本発明の処理装置は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から

生じたガス状排出物を第1の温度より高い第2の温度で熱分解する第2の熱分解手段と、前記熱分解手段と接続して配設され、第2の温度で熱分解された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする。

【0224】また本発明の処理装置は、樹脂と第1の金属と第2の金属を含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、第1の熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質手段と、前記改質手段と接続して配設され、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる第1の金属が気化するとともに第2の金属が保持されるように減圧下で加熱する第1の減圧加熱手段と、第1の減圧加熱手段に接続して配設され、前記残渣から気化した第1の金属を凝縮する凝縮手段と、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融するように減圧下で加熱する第2の減圧加熱手段とを具備するようにしてもよい。

【0225】また、本発明の処理装置の第2の減圧加熱手段は、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融してその表面張力により凝集するように減圧下で加熱するようにしてもよい。

【0226】また本発明の処理装置は、樹脂と金属を構成材の一部として有し、接合金属で接合された第1の部分と第2の部分とを有する物体を前記接合金属を保持して熱分解する熱分解手段と、前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質手段と、前記改質手段と接続して配設され、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、前記接合金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段とを具備するようにしてもよい。

【0227】このような本発明の処理装置の熱分解手段は酸素濃度を制御するなどして非酸化雰囲気ないしは還元性雰囲気中で行うようにすればよい。また前記冷却手段は、第3の温度までをできるかぎり短時間で、好ましくは約10秒以内に冷却するようにすればよい。

【0228】また、本発明の処理装置は、前記冷却手段と接続して配設され、冷却された前記ガス状排出物を中和する中和手段をさらに具備するようにしてもよい。

【0229】本発明の処理方法は、樹脂と金属とを含有

する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却工程と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱工程と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮工程とを具備したことを特徴とする。

【0230】本発明の処理方法は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物を第1の温度より高い第2の温度で熱分解する第2の熱分解工程と、第2の温度で熱分解された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却工程と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする。

【0231】本発明の処理方法は、樹脂と第1の金属と第2の金属を含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる第1の金属が気化するとともに第2の金属が保持されるように減圧下で加熱する第1の減圧加熱工程と、前記残渣から気化した第1の金属を凝縮する凝縮工程と、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融するように減圧下で加熱する第2の減圧加熱工程とを具備したことを特徴とする。

【0232】本発明の処理方法は、第2の減圧加熱工程で、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融してその表面張力により凝集するように減圧下で加熱することを特徴とする。

【0233】本発明の処理方法は、樹脂と金属を構成材の一部として有し、接合金属で接合された第1の部分と第2の部分とを有する物体前記接合金属を保持して熱分解する熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却工程と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、前記接合金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱工程とを具備したことを特徴とする。

【0234】また、本発明の処理方法は、前記冷却手段

で冷却された前記ガス状排出物を中和する中和工程をさらに具備するようにしてもよい。

【0235】前記熱分解工程は酸素濃度を制御するなどして非酸化雰囲気ないしは還元性雰囲気中で行うようにすればよい。また前記冷却工程は第3の温度までできるだけ短時間にできれば約10秒以内に冷却することが好ましい。また、第1の温度は約250～約500℃に設定することが好適である。また、第2の温度は少なくとも約800℃より高い温度、より好ましくは少なくとも1000℃より高い温度、さらに好ましくは1200℃

よりも高い温度に設定することが好適である。また、第3の温度は少なくとも150℃より低い温度、より好ましくは少なくとも100℃より低い温度、さらに好ましくは35℃よりも低い温度に設定することが好適である。

【0236】このように処理対象物体から排出させたガス状排出物をダイオキシンが分解するような高温で改質、熱分解し、この状態からダイオキシンが生成、再合成される温度領域での滞留時間をできるだけ短くして、ダイオキシンが生成、再合成されない第3の温度まで冷却することにより、ガス状排出物中のダイオキシン濃度が大きく低減される。また、第1の熱分解、第2の熱分解または改質を第1の温度と第2の温度の2段階で処理すると同時にこれらを還元性雰囲気で行うことにより、ダイオキシンの発生源濃度は大幅に低減される。

【0237】ここで、第2の温度はダイオキシンが分解するような温度であり、ダイオキシンだけでなくガス状排出物に含まれる他の化合物も分解されることになる。したがって本発明ではダイオキシン類だけでなく、ハロゲン化炭化水素、PCB、コプラナPCBなども分解し、無害化することができる。

【0238】すなわち本発明は、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理するために、樹脂を分解する手段と、処理対象物体から生じたガス状排出物をさらに熱分解する手段と、このガスをダイオキシンが合成されないように冷却する冷却手段と、熱分解残渣から金属を減圧下で気化、または液化して回収する手段とを備えたものである。ここで、樹脂は合成樹脂でもよいし天然樹脂でもよく、またこれらの混合物でもよい。またここで金属とは、特に説明しない場合には、処理対象物体に含有される金属の総称であり、ある特定の金属元素に限ることではない。

【0239】第1の熱分解手段は、処理対象物体が酸素濃度制御下で熱分解されるような第1の温度で熱分解するものであり、例えばシュレッダーダスト、廃回路基板などからガス状排出物を抽出する。ここでガス状排出物とは、基本的には排出ガスからなるが、この排出ガスに混入する固体状微粒子、液体状微粒子などを含む場合を排除しない。

【0240】第1の熱分解手段の第1の温度を調節する

温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、ガス、重油や軽油などをチャンバ外で燃焼させるようにしてもよい。さらに、処理対象物体の樹脂などから排出されるガスを改質、無害化、中和したうえで燃料ガスとして、第1の熱分解手段ははじめとする本発明の処理装置の熱源として再利用するようにしてもよい。また例えば上述のようにして得たクリーン燃料ガスをガスタービン発電機に導入して電力に変換し、この電力により第1の熱分解手段をはじめとする本発明の処理装置の運転に用いるようにしてもよい。

【0241】温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよい。第1の温度は、処理対象物体の樹脂が熱分解するとともに、処理対象物体の金属ができるだけ酸化されないように設定するようにすればよいが、後述するように、ダイオキシンの発生源を多段階で絶つために、第1の熱分解手段を還元性条件に保つことが好適である。例えば、塩素を含む芳香族系炭化水素化合物を還元性条件下で熱分解することにより、この芳香族系炭化水素化合物の塩素はHCl等に分解される。したがってダイオキシンの発生が抑制される。

【0242】なお本発明では特に説明しないが、ポリ塩化ダイベンゾパラダイオキシン (Polychlorinated dibenzop-dioxin : PCDDs)、ポリ塩化ダイベンゾフラン (Polychlorinated benzofuran : PCDFs) およびこれらの塩素数および置換位置の異なる同族体を総称してダイオキシンという。また塩素が他のハロゲンで置き換わった化合物についても含むものとする。

【0243】したがって第1の熱分解手段は、処理対象物体に含まれる金属が実質的に酸化しないように、より好ましくは還元性雰囲気中に保つことが好ましいから、温度調節手段と酸素濃度調節手段とを備えることが好適である。

【0244】一般に処理対象物が複雑である場合には、処理中に、処理対象物体が部分的に酸化されることがあり得るが、第1の熱分解手段が全体として還元性雰囲気中に保持されればよい。酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0245】酸素濃度センサは例えばジルコニア (酸化ジルコニウム) を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO₂の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0246】キャリアガスガスとしては例えばArなどの希ガスを用いるようにしてもよい。また、このキャリアガスにより、第1の熱分解手段内の酸素濃度が調節されるだけでなくガスを効率的に改質手段または第2の熱分解手段へ導くこともできる。さらに、圧力調節手段と兼ねるようにしてもよい。

【0247】また、第1の熱分解手段の前段にシュレッダーを設けるようにしてもよい。装置外部から持ち込まれた処理対象物体をシュレッダーで破碎、分別してから第1の熱分解手段に導入するようにしてもよいし、破碎せずに第1の熱分解手段に導入するようにしてもよい。処理対象物体が廃回路基板の場合には破碎せずに第1の熱分解手段に導入することが好適である。

【0248】処理対象物体が導入された第1の熱分解手段内は、処理対象物体中の金属の状態はできるだけ酸化されないように、また樹脂の熱分解に際して有機化合物と結合した塩素ができる限る無機化されるように、温度・酸素濃度条件を調節するようにすればよい。この温度、酸素濃度条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や酸素濃度の測定値を加熱手段、酸素濃度調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。酸素濃度を測定する必要がある場合には例えばジルコニアセンサなどを用いるようすればよい。

【0249】また第1の熱分解手段のチャンバ内の圧力を制御するようにしてもよい。例えば第1の熱分解手段内を減圧すると、酸素濃度も低下し加熱により処理対象物体が急激に酸化されることはない。また加熱により樹脂から大量の分解生成ガスが発生するが、一般的に樹脂は分解してもほとんど酸素を発生しない。さらに、樹脂の分解生成物も容易に気化される。

【0250】一方、減圧すると気密領域内の熱伝導率は低下する。しかし第1の熱分解手段内が非酸化雰囲気であれば、大気圧下または加圧下でも処理対象物体は酸化されない。したがって第1の熱分解手段内が非酸化雰囲気であれば、加圧が可能であり系内の熱伝導率が向上する。

【0251】ここで、処理対象物体から排出されたガス状排出物の処理を行うガス状排出物処理系について説明する。

【0252】ガス状排出物処理系は、第1の熱分解手段で処理対象物体から排出されたガス状排出物を処理するものであり、改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段からその主要部が構成されている。冷却手段で処理したガス状排出物は必要に応じて中和、ろ過、洗浄等の後処理を行うことによりクリーンな燃料ガスとして利用される。

【0253】改質手段は、第1の加熱手段に接続して配設され、第1の熱分解手段内で処理対象物体から排出されたガス状排出物を、第1の温度よりも高い第2の温度で改質するものである。ここで改質とは、処理対象物体

から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物を、より低分子の水素、メタン、一酸化炭素などに变化させることをいう。また、水素化精製処理(hydroreforming)なども行うようにしてもよい。系内を還元性条件に保って改質することは前述のようにダイオキシンの発生源を断つという観点からも好適である。また、改質手段内が還元性雰囲気に保たれるならば、改質手段内に少量の空気を導入するようにしてもよい。改質手段としては熱改質手段だけでなく、これに加えて例えば触媒を用いる接触改質手段も備えるようにしてもよい。触媒としては、例えば各種セラミクス、シリカ・アルミナやゼオライト(アルミノケイ酸塩)などの固体酸にPt、Re、Ni、Vなどの金属を担持させて用いるようにしてもよい。

【0254】また、改質手段に変えて、第1の熱分解手段と接続した、ガス状排出物を還元性雰囲気中で熱分解する第2の熱分解手段を備えるようにしてもよい。

【0255】改質手段、第2の熱分解手段を第1の熱分解手段と分離することにより、第1の温度より高い第2の温度で処理対象物体からのガス状排出物を処理することができ、ガス状排出物の改質、塩素の無機化が効果的に行われる。

【0256】改質手段または第2の熱分解手段は、処理対象物体に直接的または間接的に由来するダイオキシンができるだけ分解するような条件を保つことが望ましい。例えば第2の温度を800℃程度に設定することによりかなりのダイオキシンを分解することができる。また第2の温度を1000℃以上、より好ましくは1200℃以上に設定することにより、さらに効果的にダイオキシンを分解することができる。この改質手段は、ダイオキシンが分解するような第2の温度で行われるから、この第2の温度でガス状排出物の熱分解も同時に生じることになる。

【0257】処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物は、改質手段で改質されることにより、また第2の熱分解手段により熱分解されることにより低分子化され水素、メタン、一酸化炭素などに变化する。また、ガス状排出物にダイオキシンが含まれる場合にはこのダイオキシンの殆どは分解される。さらに、有機塩素は無機化され、ダイオキシンの再合成が抑制される。

【0258】改質手段または第2の熱分解手段は、例えばコークスを充填したチャンバ内に、第1の熱分解手段からのガス状排出物と、少量の空気を導入することにより、還元性雰囲気かつダイオキシンが分解するような温度条件を形成するようにしてもよい。

【0259】また、前述のように燃料ガスと空気を燃焼させてチャンバをダイオキシンが分解するような温度に加熱し、このチャンバ内に第1の熱分解手段からのガス状排出物を導入するようにしてもよい。

【0260】またチャンバ内に例えば前述したような触媒などの接触分解手段を備えるようにしてもよい。

【0261】また、必要に応じて、改質手段または第2の熱分解手段に、系内の温度、酸素濃度を調節するための温度調節手段と酸素濃度測定手段を備えるようにしてもよい。酸素濃度調節手段としては前述のような酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。さらに、水素ガスリザーバを接続するようにしてもよいし、Arなどの不活性ガスリザーバを接続するようにしてもよい。

【0262】このように処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有されるガス状排出物は改質手段または第2の熱分解手段により低分子化され、水素、メタン、一酸化炭素などに変化する。第1の熱分解手段、改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段はガス状排出物に塩素などが含まれるこの場合、塩素ガスによる容器、配管等の腐食が激しいので、装置は必要に応じてステンレス鋼のかわりにハステロイやチタン合金等を使用するようにしてもよい。

【0263】本発明の処理装置においては、改質手段または第2の熱分解手段と接続して配設され、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物を、このガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、第3の温度まで冷却する冷却手段を備えている。

【0264】すなわち、改質手段または第2の熱分解手段において、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物中のダイオキシン濃度は、第2の温度がダイオキシンが分解するような温度であること、この温度で分解、あるいは改質される炭化水素系化合物のハロゲンは還元性雰囲気によりされ無機化されることから極めて低いものである。したがって、この状態からのダイオキシンの生成、再合成が生じないように、ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加ができるかぎり抑制されるように第3の温度まで冷却するようにするのである。第3の温度は、ダイオキシンの生成反応が生じないような温度に設定すればよい。

【0265】例えばダイオキシンが分解している状態のガス状排出物（改質手段または第2の熱分解手段における温度と同じでなくとも、ダイオキシンが分解するような温度であればよい）から150℃以下、好ましくは100℃以下、さらに好ましくは50℃以下に冷却することによりダイオキシンの生成、再合成が抑制される。このときガス状排出物を第3の温度までできるだけ短時間で冷却することが好ましい。これは約200℃～約400℃ではダイオキシンが生成、再合成されやすいためであり、ガス状排出物を第3の温度まで冷却してダイオキシンが生成、再合成されやすい温度範囲に滞留する時間を短くすることにより、より効果的にガス状排出物中のダイオキシン濃度を抑制することができる。

【0266】したがって冷却手段におけるガス状排出物

の冷却は好ましくは約10秒程度以内で急冷することが好ましい。

【0267】このような冷却手段としては、ガス状排出物に水、冷却油などの冷媒を直接噴射して接触冷却するようにしてもよい。このときガス状排出物に石灰粉末などのアルカリ性粉末を噴射するようにすれば、ガス状排出物は中和される。また例えばガス状排出物中のHClは、石灰粉末と接触して固体表面に拡散されるからダイオキシンの生成、再合成を抑制することもできる。

【0268】上述したように第1の熱分解手段、改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段により、処理対象物体からのガス状排出物は水素、メタン、一酸化炭素等に変化し、また、ガス状排出物中のダイオキシン濃度も大きく低減される。

【0269】本発明においては処理対象物体の分解、処理対象物体からのガス状排出物の分解を第1の熱分解手段と、改質手段または第2の熱分解手段という複数段階で処理することにより、そして、このような分解手段を還元性条件に保つことにより、ダイオキシンの発生が抑制される。

【0270】冷却手段で冷却されたガス状排出物に、ハロゲン化物、SO_x、NO_xなどが含まれている場合には、洗浄手段、脱硫手段などによりガス状排出物の洗浄、脱硫を行うようにしてもよい。さらに活性炭を用いたフィルタ手段を備えるようにしてもよい。

【0271】また、冷却手段で冷却されたガス状排出物を例えばバグフィルターなどの中和反応ろ過手段に導入するようにしてもよい。冷却手段と中和反応ろ過手段との間に、ドライベンチュリーなどにより消石灰、ろ過助剤（例えばゼオライト、活性炭などの空隙率の高い粒子）などをガス状排出物の気流に吹き込むようにしてもよい。

【0272】このように処理した、処理対象物体から排出されたガス状排出物は第1の熱分解手段の加熱の熱源として用いるようにしてもよいし、ガスタービン発電機に供給して電力を得るようにしてもよい。さらにこの電力を本発明の処理装置の熱源その他に用いるようにしてもよい。

【0273】つぎに、第1の熱分解手段で熱分解した処理対象物体の熱分解残渣の処理について説明する。

【0274】本発明の処理装置は、樹脂と金属とを構成材の一部として有する物体を処理するために、前述した樹脂を分解して回収する手段と、金属を分離、回収する手段とを備えたものであり、減圧加熱手段は、第1の熱分解手段で熱分解した処理対象物体の残渣から金属を分離、回収する手段である。このような処理は管と気密扉とを備えた本発明の処理装置により行うようにすればよい。

【0275】第1の熱分解手段で処理対象物体の樹脂成分はほとんど分解し、前述のようにガス状排出物は処理

される。また、第1の熱分解手段内は酸素濃度が制御されており、処理対象物体中の金属は実質的に酸化されることなく、またほとんど気化することなく処理対象物体に保持されている。一方、処理対象物体の樹脂の多くは熱分解の結果炭化物として残っている。本発明では第1の熱分解手段で処理した処理対象物体を第1の熱分解手段から減圧加熱手段へ移送する。

【0276】本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は、第1の熱分解手段と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域に接続された物体から気化した金属を回収する第1の回収手段とを具備している。このような回収手段としては前述したように気密扉と管とを組み合わせた構成を採用するようにすればよい。

【0277】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1は本発明の処理装置の例を概略的に示す斜視図である。一部を切り欠いて内部の様子を示した。

【0278】この処理装置100は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体150を処理することができるものであり、ページ室101、第1の気密室102、第2の気密室103、冷却室104から構成されている。

【0279】これら各室は開閉可能な隔壁である扉105によって隔てられている。すなわち、装置外部とページ室101とは扉105aにより、ページ室101と第1の気密室102とは扉105bにより、第1の気密室102と第2の気密室103とは扉105cにより、第2の気密室103と冷却室104とは扉105dにより、そして冷却室104と装置外部とは扉105eによりそれぞれ隔てられている。

【0280】これら各室を隔てる扉105は気密保持性と断熱性を備えており、各室を熱的、圧力的に隔てている。扉105a、105bにかかる熱的負荷は小さいので気密性が保持できればよい。

【0281】ページ室101には排気系106が接続されている。この排気系106は油拡散ポンプ106a、ブースターポンプ106b、ロータリーポンプ106cを備えている。ページ室101と排気系106との間、それぞれの真空ポンプ間には図示しないバルブが配設されている、このことは以下特に述べない場合も同様である。

【0282】ページ室101と排気系106との間には、ページ室101内の減圧などにより処理対象物体150から排出される水分や水素ガスなどを除去するトラップ107が配設されている。したがって、ページ室内で処理対象物体150から水分や水素ガスなどが排出されたとしても、排気系106に悪影響を及ぼすことはない。このトラップ107は必要に応じて備えるようにす

ればよい。また例えばダイオキシン等の有機ハロゲン化合物を含有する土壌、焼却飛灰などの処理対象物体を処理する場合には、トラップに変えて後述するようなダイオキシンを分解あるいはトラップすることができる排ガス処理系を備えるようにすればよい。トラップとしては油膜フィルターのような湿式のフィルター、液封ポンプなどを用いるようにしてもよい。

【0283】ページ室101内の圧力はこの排気系106と、図示しない圧力センサである真空計により調節している。真空計としてはブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0284】また、ページ室101にはページ室101内をガス置換するためのキャリアガス導入系が接続されており、108はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。ここではキャリアガスとしてN₂を用いているが、例えばArなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。

【0285】また、ページ室101に加熱手段を備えて、処理対象物体150を予熱するようにしてもよい。

【0286】ページ室101と第1の気密室102の圧力をほぼ等しくし、扉105bを開きブッシャー130で処理対象物体150を第1の気密室102へ移動させる。以後特に述べない場合にも、扉105は両側の圧力をバランスさせて開閉するようにすればよい。また複数の気密室を配設する場合、処理対象物体の搬送のために、各室をL字型に並べるようにしてもよい。

【0287】第1の気密室102は、処理対象物体150の構成金属の酸化状態を保持しながら構成樹脂を選択的に熱分解するための処理室である。

【0288】この第1の気密室102は加熱手段である電熱ヒーター109を備えている。ここでは加熱手段としてラジエントチューブを用いているが、このような電熱ヒーター109に限らず、必要に応じて選択または組合わせて備えるようにすればよい。例えばガス、油等を燃焼させてもよいし、誘電加熱を行うようにしてもよい。また、処理対象物体150の構成樹脂の熱分解生成物であるガスや油を燃焼させるようにしてもよい。

【0289】第1の気密室102内の温度は、この電熱ヒーター109と図示しない温度センサおよび温度センサから測定値により電熱ヒータを制御する図示しない制御手段により調節している。制御手段は、例えば、温度センサからの測定値または測定電圧を入力とし、電熱ヒーターへの投入電力を変化させるような信号または電圧を出力とするプログラムを電子計算機に搭載して用いるようにしてもよい。

【0290】このような制御はアナログ回路によってもよいし、測定温度に応じて操作員が加熱手段を操作するようにしてもよい。

【0291】図1に例示した処理装置においては、第1

の気密室102内の温度は、後述する第1の気密室102内の圧力、酸素濃度とともに、また、バージ室101、第2の気密室103、冷却室104内の諸条件および隔壁105の開閉、処理対象物体150の移送とともに、統合的に図示しない制御手段により制御している。この制御手段は、例えば制御プログラムを電子計算機に搭載して行うようにしてもよい。

【0292】第1の気密室102にも排気系110が接続されている。この排気系の構成はバージ室101の排気系110と同様の構成となっている。

【0293】第1の気密室102内の圧力はこの排気系110と、図示しない圧力センサである真空計により調節している。真空計としては前述同様ブルドン管、ピラニゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。第1の気密室102には、この室内の酸素濃度を調節するためのキャリアガス導入系が接続されており、112はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。

【0294】ここではキャリアガスとしてN₂を用いているが、例えばArなどの希ガス、または空気を用いるようにしてもよい。

【0295】排気系110とキャリアガス導入弁112を適当に操作することにより、第1の気密室内を減圧、または加圧することができる。この装置の圧力調整手段は、10-3 Torrから4×10³ Torr程度まで系内の圧力を調節できるようになっている。排気系の能力、容量を変えることにより、さらに減圧するようによい。またキャリアガスを予圧することによりさらに加圧するようによい。

【0296】第1の気密室102内の酸素濃度は、キャリアガス導入弁112と、図示しない酸素濃度センサにより調節される。酸素濃度センサとしては、例えばジルコニアセンサを用いるようにしてもよい。第1の気密室102内の温度がジルコニアセンサには低い場合には、例えば第1の気密室102内から抽出したガスを773 K程度に調節して測定するようによい。

【0297】ジルコニアセンサ以外にも例えば系内のガスを赤外分光して酸素濃度を測定するようによい。

【0298】第1の気密室102内の酸素濃度は例えばN₂のようなキャリアガスの導入ではなく、系内の全圧により調節するようによい。

【0299】処理対象物体150の構成樹脂の熱分解が始まると、第1の気密室102内は樹脂の分解生成ガス雰囲気が卓越する。したがって、樹脂の熱分解開始前に第1の気密室102内を減圧して酸素濃度を十分に低下させておけば、処理対象物体150の燃焼や、処理対象物体150の構成金属の酸化を防ぐことができる。

【0300】前述のように、第1の気密室102内の圧

力、酸素濃度についても温度と同じように制御するようにすればよい。例えば、圧力センサ、酸素濃度センサからの測定値または測定電圧を入力とし、排気系110のバルブ、キャリアガス導入弁112を制御する信号または電圧を出力とするプログラムを電子計算機に搭載し制御手段として用いるようにしてもよい。

【0301】第1の気密室102と排気系110との間に、処理対象物体150の構成樹脂の分解生成ガスを含むガス状排出物を処理するための排ガス処理系111が配設されている。第1の気密室102と排ガス処理系111とは、開閉可能な気密扉111bにより隔てられている。この気密扉111bが開いたときには、排ガス処理系111側からレトルト111cが挿入される。このとき、気密扉111bは第1の気密室102から遮蔽され、また第1の気密室102と排ガス処理系111とはレトルト111cにより気密に連通する。このような構成を採用することにより本発明の処理装置では、ガス状排出物が気密扉111bに付着するのを防止することができる。また第1の気密室102からの熱から気密扉111bのシール部が遮蔽される。このため気密扉のシール部が保護され、気密性を向上することができる。

【0302】排ガス処理系では、排ガス処理系、排ガスを凝縮させたり、触媒やプラズマグロー放電により分解させたり、吸着材により吸着したりすることにより、排ガスを無害化するとともに有価物を回収する。例えば排ガス処理系により処理対象物体150の選択的な熱分解により生じたガスを凝縮させ例えば軽油、重油などの油やタールとして回収するようによい。前述のように回収した油を加熱手段として用いるようにしてもよい。

【0303】また、処理対象物体150の構成樹脂の分解生成ガス中にハロゲン、有機ハロゲン化合物などのガスが含まれる場合には、例えば触媒、プラズマなどを用いて分解するようによい。

【0304】処理対象物体150から排出される有害なガスを装置外に漏らさないために、各室に接続した排気系106、110、114、115の後段に図示しないマルチ排ガスチャンバを備えるようにしてもよい。

【0305】第1の気密室102内の温度、圧力、酸素濃度は上述のように制御される。したがって、処理対象物体150の構成金属は殆ど酸化したり気化することなく、構成樹脂を選択的に熱分解することができる。そして構成樹脂の熱分解により生じたガス状排出物は排ガス処理系111排ガス処理系により処理される。第1の気密室102内で処理対象物体の構成樹脂を完全に炭化する必要はなく、後段の第2の気密室103で金属を分離回収する際の妨げにならない程度に選択的に熱分解できればよい。

【0306】第1の気密室102での処理終了時には、処理対象物体150に残った構成樹脂のほとんどは炭化

物として存在することになる。

【0307】本発明の処理装置100では、第1の気密室102で加熱した処理対象物体150を冷却することなく第2の気密室103に移送するので、熱効率が非常に高い。

【0308】第2の気密室103は、処理対象物体150の構成金属を処理対象物体150から選択的に気化させ回収するための処理室である。

【0309】この第2の気密室103は加熱手段として第1の気密室と同様の電熱ヒーター109を備えている。加熱手段は電熱ヒーター109に限らず、必要に応じて選択または組合わせて備えるようにすればよい。

【0310】前述のように、第2の気密室103内の温度は、この電熱ヒーター113と図示しない温度センサにより第1の気密室102内と同様に制御している。すなわち、第2の気密室103内の温度は、第2の気密室103内の圧力、酸素濃度などとともに、また、パージ室101、第1の気密室102、冷却室104の諸条件および隔壁105の開閉とともに、統合的に図示しない制御手段により制御している。

【0311】第2の気密室103にも排気系114が接続されている。この排気系の構成はパージ室101の排気系114と同様の構成となっている。

【0312】第2の気密室103内の圧力はこの排気系114と、図示しない、圧力センサである真空計により調節している。真空計としては前述同様ブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。第2の気密室103には、この室内の酸素濃度を調節するためのキャリアガス導入系が接続されており、112はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。ここではキャリアガスとしてN₂を用いているが、例えばArなどの希ガスを用いるようにしてもよい。

【0313】排気系114とキャリアガス導入弁112を適当に操作することにより、第1の気密室内を減圧、または加圧することができる。この装置では、10⁻³Torrから4×10³Torr程度まで系内の圧力を調節できるようになっている。排気系の能力、容量を変えることにより、さらに減圧するようにしてもよい。またキャリアガスを予圧することによりさらに加圧するよう

【0314】第2の気密室内103内の減圧にともなって処理対象物体150の構成金属の蒸気圧（沸点）は下がるから、より低い温度で金属を気化させることができる。

【0315】したがって、第2の気密室103が備える加熱手段、排気手段の能力は処理対象物体150から分離、回収する金属の種類に応じて変えるようにすればよい。

【0316】例えば、第2の気密室内103内をより高

温に加熱するのに、誘電加熱手段を備えるようにしてもよい。また例えば第2の気密室内103内をより高真空に減圧するのに、より能力が高く排気量の大きい真空ポンプを備えるようにしてもよい。第2の気密室内103内の容量によっては、イオンゲッターポンプ、ターボ分子ポンプなどを用いて、さらに高真空を得るようにしてもよい。

【0317】第2の気密室103内の酸素濃度は、系内が十分に減圧されているために特に調節しなくても十分に低い。したがって、積極的に調節する必要はないが、酸素濃度調節手段を備える場合には、第1の気密室102と同様にすればよい。

【0318】また図1に示した処理装置100は、第2の気密室103を1室備えた構成を例示したが、第2の気密室103を複数備えるようにしてもよい。内部の温度、圧力条件の異なる複数の第2の気密室103を備えることにより、蒸気圧の異なる複数の金属を処理対象物体150から気化させ回収することができる。

【0319】また、処理対象物体150から金属を元素ごと分離して回収する必要がある場合には、処理対象物体150から複数金属を気化させ、回収するようにしてもよい。例えば、Pb-Sn合金を処理対象物体から除去する時は、第2の気密室103内の圧力で、PbおよびSnが気化するような温度に加熱し、PbおよびSnを回収するようにしてもよい。もちろん、PbとSnとを選択的に気化して、別のフラクションとして回収するようにしてもよい。

【0320】第2の気密室103と排気系114との間に、処理対象物体150から気化した気体状態の金属を回収するための回収チャンバ115が配設されている。この回収チャンバは、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するものである。第2の気密室103と回収チャンバ115とは、開閉可能な気密扉115bにより隔てられている。この気密扉115bが開いたときには、回収チャンバ115側からレトリート（または配管）115cが挿入される。このとき、気密扉115bは第2の気密室103および回収チャンバ115から遮蔽され、また第2の気密室103と回収チャンバ115とはレトリート115cにより気密に連通する。このような構成を採用することにより本発明の処理装置では、処理対象物体からの蒸発物が凝縮して気密扉115bに付着するのを防止することができる。また第2の気密室103からの熱から気密扉115bのシール部が遮蔽される。このため気密扉115bのシール部が保護され、気密性を向上することができる。

【0321】またレトリート115cを回収チャンバ115側に後退させて、気密飛び出し115bを閉鎖すれば、回収チャンバ115を第2の気密室103から分離することができる。この状態では外部から回収チャンバ115を開いてレトリート115cを交換することができ

る。したがって本発明の処理装置では、第2の気密室103内の温度圧力等の条件を保ちながら、処理対象物体から一度蒸発した凝縮物を外部に取り出すことができる。このため処理装置の連続運転が可能になり処理の生産性が大幅に向上する。この回収チャンバの構成については別に詳述する。

【0322】回収チャンバ115内に配置されるレトルト115cは、内部を向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。気化した金属を連続的に凝縮、回収する場合でも、バッチ処理で凝縮、回収する場合でも、回収チャンバ115内の気化した金属の滞留時間が長くなれば回収効率は高まる。回収チャンバ115と排気系114との間にバルブや開閉可能な隔壁、レトルト115cで回収しきれなかった蒸発物、凝縮物を捕捉するフィルタを設けるようにしてもよい。

【0323】また、第2の気密室103内にN₂や希ガスをキャリアガスとして導入するようにしてもよい。気化した金属はキャリアガスにより回収チャンバに効率的に導入される。

【0324】回収チャンバ115は、第2の気密室103に複数系統備えるようにしてもよい。複数の回収チャンバ115で同じ金属を回収するようにしてもよいし、第2の気密室103内の温度と圧力を段階的に調節して複数の金属をそれぞれ選択的に気化させ、複数系統の回収チャンバ115を切り換えて回収するようにしてもよい。

【0325】第2の気密室103内の温度、圧力、酸素濃度は上述のように制御される。したがって、処理対象物体150の構成金属をその蒸気圧に応じて気化させ、回収チャンバ115で金属状態で回収することができる。

【0326】なお、第1の気密室での処理対象物体150の構成樹脂の熱分解の程度によっては、構成樹脂が分解生成ガス等を排出することがある。このような分解生成ガスは、回収チャンバ115の後段を排ガス処理系排ガス処理系111ないしは図示しないマルチ排ガスチャンバなどに接続して処理するようにすればよい。

【0327】このように第2の気密室103では処理対象物体から所定の金属を気化させ回収することができる。

【0328】第2の気密室103から処理対象物体150を直接装置100の外部へ取り出すと、処理対象物体150が急速に酸化する恐れがある。また、第2の気密室103内を大気圧に戻さねばならず、第2の気密室103内の気密性を保持するという観点からも不便である。このために図1に例示した処理装置100では、第2の気密室103の後段に冷却室104を備えている。

【0329】この冷却室はページ室101、第1の気密室102、第2の気密室103と同様の圧力調節手段と、酸素濃度調節手段とを備えている。すなわち、前述

同様の排気系116と、キャリアガス導入弁117とを備えている。

【0330】第2の気密室103内で所定の金属を分離された処理対象物体150は、冷却室104へ移送され圧力と酸素濃度が調節された状態で冷却される。キャリアガスは酸素濃度の調節だけではなく処理対象物体150の冷却ガスとしても機能する。

【0331】冷却室104と排気系116との間に、予熱により処理対象物体から排出されるガスなどを除去するためのトラップ118を配設するようにしてもよい。

【0332】冷却室内104内で処理対象物体150を十分冷ましたなら、装置外部へ取り出す。

【0333】このような本発明の処理装置は、ダイオキシン類などの有機ハロゲン化物を発生する可能性のある処理対象物体、また有機ハロゲン化物を含んでいる処理対象物体（例えば土壌、焼却飛灰）を処理する場合でも、有効に機能する。これは処理対象物体の加熱処理が減圧下で行われるため、処理対象物体と共存する雰囲気ガス中での、有機ハロゲン化物または有機ハロゲン化物生成能を有する成分の分圧が極めて小さく抑制されるためである。このような実質的に有機ハロゲン化物フリーかつ有機ハロゲン化物生成能を有しないガス中で処理対象物体の加熱残渣を冷却することにより、最終的に排出される残渣に含まれるダイオキシン類の濃度を低減することができる。なお、処理装置100への処理対象物体150の導入と、取出し、また各室間の処理対象物体150の移送は、プッシャー130、ドローワー131により行うようにすればよい。

【0334】プッシャー130およびドローワー131の操作は、隔壁105の開閉とともに、前述した図示しない制御手段により行うようにしてもよい。

【0335】図2は図1に例示した本発明の処理装置を模式的に示す図である。図1には図示していない、ページ室101内の圧力センサ202a、第1の気密室102内の温度センサ201a、圧力センサ202b、酸素濃度センサ203、第2の気密室103内の温度センサ201c、圧力センサ202c、冷却室104内の圧力センサ202dからの信号は制御手段を構成する制御盤200に伝達される。制御手段は電子計算機にプログラムを搭載することにより構成するようにしてもよい。そして制御手段は装置内の各室内の状態に応じて、加熱手段、圧力調節手段、酸素濃度調節手段を制御するようにすればよい。また、隔壁105の開閉、プッシャー130、ドローワー131による処理対象物体150の移送もこの制御手段により行うようにしてもよい。210は各室内の温度、圧力、酸素濃度などの状態、隔壁105の開閉状態などを操作員に示すモニタである。また211はマルチ排ガス処理装置である。

【0336】（実施形態2）図3は、本発明の処理装置の別の例を概略的に示す図である。一部を切り欠いて内

部の様子を示した。この処理装置300も樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体350を処理することができるものである。

【0337】この処理装置300はページ室301、気密室302、冷却室303から構成されている。この気密室302は、図1に例示した処理装置100の第1の気密室102と、第2の気密室103の機能を兼ね備えている。すなわち、気密室302内でまず処理対象物体350の構成樹脂を選択的に熱分解し、ついで同じ気密室内302で金属を分離回収する。特に樹脂の選択的な熱分解により所望の金属が単離される状態になる場合には、処理対象物体350の構成金属を気化させる必要はない。

【0338】気密室302は温度調節手段と、圧力調節手段と、酸素濃度調節手段とを備えているが、酸素濃度は前述のように気密室302内の全圧により調節するようにしてもよい。

【0339】気密室302内の温度調節は、電熱ヒータ309と図示しない温度センサにより行うようにすればよい。

【0340】気密室302内の圧力調節は、排気系310、314と、キャリアガス導入系と、図示しない圧力センサにより行うようにすればよい。312はキャリアガス導入弁である。

【0341】気密室302と排気系310との間には、処理対象物体350の構成樹脂の分解生成ガスを含むガス状排出物を処理するための排ガス処理系311が配設されている。

【0342】また、気密室302と排気系314の間には、処理対象物体350のから気化した構成金属のガスを凝縮するための回収チャンバ315が配設されている。回収チャンバ315の構成は前述と同様である。処理対象物体の構成金属を気化させる必要がない場合には、複数の排ガス処理系311を配設するようにしてもよい。

【0343】ページ室301、冷却室303、隔壁305、キャリアガス導入系、プッシャー330、ドローワー331については図1に例示した処理装置100と同様である。また、制御手段についても同様に備えるようにすればよい。

【0344】このように本発明の処理装置は、もっとも基本的には、処理対象物体の構成樹脂を、構成金属をできるだけ酸化させないように、選択的に熱分解する部分からなる。この部分に構成金属を処理対象物体から気化させて分離、回収する構成を組合わせることにより、処理することができる物体の範囲が大きく広がる。

【0345】例えば樹脂被覆アルミニウム箔などの処理は、樹脂部分を制御された雰囲気下で選択的に熱分解することにより、アルミニウムを金属状態で回収することができる。

【0346】また基板に電子部品が搭載された実装基板などの処理は、ハンダ合金を気化させて回収し、基板と電子部品とを分離すればよい。

【0347】〈実施形態3〉図4は本発明の処理装置の別の例を模式的に示す図である。

【0348】この処理装置400は第1の気密室401と第2の気密室402とを備えている。第1の気密室401は図示しない温度調節手段を備えており、排気系403と排ガス処理系404に接続されている。第2の気密室は図示しない温度調節手段を備えており、排気系405と回収チャンバ406に接続されている。また、第1の気密室401、第2の気密室402にはキャリアガス導入系407が接続されており、気密室内の酸素濃度の調節、加圧を行うことができる。408はキャリアガスリザーバーである。また第1の気密室401と排ガス処理系404との間は気密扉404bによって隔てられている。気密扉404bが開いているときにはレトルト404cが第1の気密室401の開口部に挿入され、気密扉404bを第1の気密室401および排ガス処理系404から遮蔽するとともに、第1の気密室401と排ガス処理系404とを実質的に気密に連通する。同様に、第2の気密室402と回収チャンバ406との間は気密扉406bによって隔てられている。気密扉406bが開いているときにはレトルト406cが第2の気密室402の開口部に挿入され、気密扉406bを第2の気密室402および回収チャンバ406から遮蔽するとともに、第2の気密室402と回収チャンバ406とを気密に連通する。

【0349】この例では樹脂と金属とを有する処理対象物体の構成樹脂は第1の気密室401内で選択的に熱分解され、その分解生成ガスは排ガス処理系404で無害化処理される。このとき、前述した制御手段などで、第1の気密室401内の温度、圧力、酸素濃度を調節して処理対象物体の構成金属の状態を保持しながら樹脂を選択的に熱分解するようにすればよい。また排ガス処理系404の構成を回収チャンバ406と同様にして処理対象物体からの蒸発物を凝縮してもよい。

【0350】また第1の気密室401内の排ガス処理系404側には、ガス状排出物の改質を行う改質ユニット409が配設されている。この例では改質ユニット409はラジエントチューブ等の加熱手段を備えており、ガス状排出物を700℃から1200℃程度に加熱して、減圧下でクラッキングを行う。例えば処理対象物体を構成する樹脂などの有機物の熱分解により生じたガスは、改質ユニット409を通過する際に改質される。したがって後段でのガスの処理が容易になる。また改質を減圧下で行うことにより、ガス状排出物からダイオキシン類などの有機ハロゲン化合物が再生するのを抑制することができる。なお改質ユニット409では加熱によるガス状排出物のクラッキングだけでなく、グロー放電やプラズ

マ放電による改質、触媒による改質を行うようにしてもよい。

【0351】このような改質ユニット409のよりガス状排出物の改質を行う場合には、まず排気系により系内を排気し、改質ユニット409が改質温度に到達させ、(加熱による改質の場合)。この後に第1の気密室401の温度を調節して処理対象物体を加熱することが好ましい。改質ユニット409がグロー放電やプラズマ放電による改質、触媒による改質を行う場合でも、改質を行うことができる状態に達してから処理対象物体の加熱を行うようにすればよい。このような構成により処理対象物体の昇温過程でのガス状排出物についても確実に改質することができる。例えばダイオキシン類等の有機ハロゲン化物で汚染された土壌や焼却飛灰を処理する場合には、常温から500℃程度の昇温過程でダイオキシン類(固体、液体、気体)が抽出されたり、合成されたりする。本発明の処理装置によれば、このような昇温過程で生じるガス状排出物についても確実に改質することができる。

【0352】第2の気密室402では、内部の温度、圧力を調節して処理対象物体の構成金属を気化させ、回収チャンバ406内で凝縮させる。第2の気密室402内の温度、圧力についても第1の気密室401同様の制御手段で調節するようにすればよい。前述のように第1の気密室401の前段または第2の気密室402の後段にページ室を配設するようにしてもよい。また第2の気密室にも第1の気密室同様の改質ユニットを備えるようにしてもよい。

【0353】(実施形態4)図5は本発明の処理装置の別の例を模式的に示す図である。

【0354】この処理装置500は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理することができる装置であり、ページ室501、第1の気密室502、第2の気密室503、第3の気密室504、冷却室505を備えている。

【0355】ページ室501はトラップ506と排気系507に接続されている。第1の気密室502は気密扉508bを介して排ガス処理系508と排気系509に接続されている。第2の気密室503は気密扉510bを介して回収チャンバ510と排気系511に接続されている。第3の気密室504は気密扉512bを介して回収チャンバ512と排気系513に接続されている。冷却室505はトラップ514と排気系515に接続されている。第1の気密室502、第2の気密室503、第3の気密室504は図示しない温度調節手段を備えている。516はキャリアガス導入系であり、517はキャリアガスリザーバーである。

【0356】また、第1の気密室502は図示しない酸素濃度センサを備えており、全圧とは独立に系内の酸素濃度を調節できるようになっている。

【0357】すなわち、処理装置500は処理対象物体の構成金属を気化させるための処理室を複数備えたものである。処理対象物体が複数の構成金属を有する場合にも、第2の気密室503と第3の気密室504でそれぞれ選択的に気化させ、回収することができる。

【0358】(実施形態5)図6は本発明の処理装置の別の例を模式的に示す図である。

【0359】この処理装置600は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理することができる装置である。この処理装置600は1つの気密容器601に複数の回収系を接続したものであり、気密容器601内部の温度、圧力、酸素濃度に応じて回収系を切り換えて処理する。この例でも前述同様に気密容器601と排ガス処理系602との間は気密扉602bで隔てられている。また気密容器601と回収チャンバ605との間も気密扉605bで隔てられている。

【0360】(実施形態6)図7は気密容器601内の温度、圧力、酸素濃度を調節する制御系610の構成を模式的に示す図である。前述のように制御手段611の全部または一部を、例えば制御プログラムとして電子計算機に搭載して装置の制御を行うようにしてもよい。

【0361】気密容器601には、処理対象物体の構成樹脂の分解生成ガスを回収する複数系統の排ガス処理系602が接続され、それぞれの排ガス処理系602は排気系603に接続されている。一般に樹脂の分解生成ガスは大量に排出されるから、このように複数の排ガス処理系を備えることにより気密容器内の状態制御が容易になるし、排気系の負担も軽減される。

【0362】排気系603の後段には、排ガス中に含まれる有害物質等を無害化、無臭化、無煙化する排ガス処理装置604を備えている。例えば排気系603を通過したダイオキシン類、SO_x、NO_x等はこの排ガス処理装置604により排出基準値以下に処理されて排出される。この排ガス処理装置604には、例えば、油膜フィルターやバグフィルターのような湿式フィルター、活性炭フィルタ等を備えるようにしてもよい。

【0363】気密容器601には、気密容器601内で気化させた処理対象物体の構成金属を回収する複数系統の回収チャンバ605が接続され、それぞれの回収チャンバは排気系606に接続されている。

【0364】気密容器601に接続された複数系統の回収チャンバ605は同じ金属を回収するようにしてもよい。また、気密容器601内の温度、圧力条件に応じて切換えることにより、蒸気圧(沸点)の異なる複数の金属をそれぞれ回収するようにしてもよい。

【0365】また、気密容器601にはキャリアガス導入系が接続されている。607はキャリアガスリザーバーである。N₂、Arなどのキャリアガスの導入により気密容器601内の酸素濃度を全圧とは独立に調節することができる。また、予圧したキャリアガスを導入するこ

とにより気密容器601内を加圧するようにしてもよい。非酸化雰囲気中で処理対象物体を加圧することにより、構成樹脂の分解効率が向上する。

【0366】また、気密容器601内の酸素濃度は全圧により調節するようにしてもよい。

【0367】(実施形態7)図8、図9は図1、図2に例示した本発明の処理装置の回収チャンバの構成の例を模式的に示す図である。図8ではレトルト115cが回収チャンバ115内に後退し、気密扉115bが閉じた状態を示している。図9ではレトルト115cが前進して第2の気密室103の開口部103bへ挿入され、気密扉115bが開いた状態を示している。ここでは回収チャンバを中心に説明しそれ以外の部分の図示は省略している。

【0368】第2の気密室103に隣接して開閉可能な気密扉115bにより隔てられた回収チャンバ115が配設されている。この回収チャンバ115は図示しない温度調節手段を備えている。回収チャンバ115にはキャリアガス導入系、冷却ガス導入系を接続するようにしてもよい。第2の気密室103と排気系114との間には回収チャンバ115が設けられている。第2の気密室103と回収チャンバ115との間には気密扉115bが配設され、第2の気密室103と回収チャンバ115とを分離できるようになっている。回収チャンバ115内にはレトルト115cが収容されている。レトルト115cは処理対象物体からの蒸発物を回収するための交換可能な配管状のカセットである。この例では第2の気密室103に臨む面に第2の開口部115fを、排気系114側の側面に第3の開口部115dをそれぞれ有する中空の円筒形状を有している。第2の気密室103から排気系114へ向かって流れるガスは、レトルトの第2の開口部115fからレトルト115cに入り、レトルト側面の開口部115dを経て排気系114側に導かれる。レトルト115cの内部には、処理対象物体からの蒸発物が凝縮しやすいように、金属製のネット等を備えるようにしてもよい。いずれにせよレトルト115cの形状は第2の回収室103の開口部103bと整合するように、必要に応じて設計するようにすればよい。また回収レトルトの内部構造についても必要に応じて設計するようにすればよい。また回収チャンバ115cを水冷ジャケット構造になっており、チャンバ内を蒸発物が凝縮するような温度より低く維持できるようになっている。

【0369】このレトルト115cは、第2の気密室103および排気系114から分離した状態で回収チャンバ115を開くことにより、外部へ取り出し、また回収チャンバ115内へ充填することができる。

【0370】また回収チャンバ115にはレトルト115cを進退させるための機構が備わっている。この例ではシリンダー115dの伸縮動作によりレトルト115

cは回収チャンバ115内を前進、後退する。回収レトルト115cは前進位置では第2の気密室103の開口部103bへ挿入される。シリンダーは前進動作、後退動作に複数備えるようにしてもよい。またシリンダー23に蒸発物が付着するのを防止するために、この例ではシリンダーは蛇腹状のカバーにより覆われている。また回収チャンバ115内には、レトルト115cの進退動作をガイドする機構が備えられている。このようなガイド機構としては、ガイドレール、ガイドローラなどを必要に応じて用いるようにすればよい。このガイド機構は、回収チャンバ115とレトルト115cとの熱伝導を助けている。このためガイド機構は熱伝導のよい金属で構成してもよい。

【0371】ここでこのような回収系を有する本発明の処理装置の動作について説明する。まず、気密扉115bを開いて、レトルト115cを前進させ、第2の気密室103の開口部103bへ挿入する(図9参照)。気密扉115bは、回収レトルト115cによって第2の気密室103及び回収チャンバ115から隔てられる。このような構成を採用することにより、処理対象物体からの蒸発物が気密扉115bに付着するのを防止することができる。また気密扉115bは第2の気密室103の輻射熱から遮蔽される。このため気密扉115bのシール部が保護され、系の気密性を向上することができる。

【0372】レトルト115cが第2の気密室103の開口部103bへ挿入されたなら、第2の気密室103内の温度、圧力を処理対象物体中の所望の金属の沸点以上に調節して、その金属を蒸発させる。処理対象物体からの蒸発物はレトルト115c内を通過して排気系114へと向かう間に冷却され、レトルト115c内に凝縮する。レトルト115c内で凝縮しきれなかった蒸発物をトラップするためのフィルターを、回収チャンバ115と排気系114との間に介挿するようにしてもよい。これにより処理対象物体からの蒸発物が真空ポンプへ到達するのを防止することができる。このとき気密扉115bは、レトルト115cによって処理対象物体からの蒸発物を含む熱いガス流から遮蔽されている。このため気密扉115bのシール部に処理対象物体からの蒸発金属が凝縮するのを妨げることができる。また気密扉115bのシール部に樹脂が用いられている場合でも、シール部を保護することができる。

【0373】処理対象物体からの所望の成分の蒸発処理が終了したなら、レトルト115cを回収チャンバ115内に後退させ、気密扉115bを閉鎖する(図8参照)。また回収チャンバ115と排気系114との間のバルブを閉じて回収チャンバ115を排気系114からも分離する。この状態で回収チャンバ115に備えられた気密扉(図示省略)を開いてレトルト115cを外部へと取り出す。レトルト115c内の凝縮物は金属状態

であったり、また比表面積が大きく不安定な状態であったりするため、回収チャンバ 115 を開く前に窒素、2 酸化炭素、不活性ガス等のガスを導入して凝縮物を冷却することが好ましい。この後別のレトルトを回収チャンバ 115 内に装填し、同様の操作を繰り返す。このような回収チャンバ 115 を備えれば、第 2 の気密室 103 と回収チャンバ 115 の温度、圧力、酸素濃度などの諸条件を独立に制御できる。したがって、装置の運用効率が向上する。またこのような回収チャンバは例えば図 3、図 4、図 5、図 6 などに示したような本発明の処理装置の各回収チャンバに適用するようにしてももちろんよい。また回収チャンバのみならず、排ガス処理系と気密室との接続部についても同様の構成を採用することができる。このような構成を採用することにより本発明の処理装置においては加熱炉が減圧されている場合でも加圧されている場合でも、炉停止することなく連続運転しながら処理対象物体からの蒸発物、ガス状排出物等の熱分解生成物を回収することができる。このため処理の生産性を大きく向上することができる。したがって処理コストを低減することができる。

【0374】〈実施形態 8〉図 10、図 11、図 12 は本発明の処理装置の構成の例を概略的に示す図である。図 10 はレトルトが回収チャンバ内に装填された状態を、図 11 はレトルトが気密室へ挿入された状態を、図 12 はレトルトを交換するために回収チャンバを開いた状態をそれぞれ示している。なおこの例では、図 1、図 2 に示した本発明の処理装置を例にとって説明するが、この回収系の構成は本発明の他の処理装置にも同様に適用することができる。

【0375】前述のように、第 2 の気密室 103 は、開閉可能な気密室 115 b により回収チャンバ 115 から隔てられている。また回収チャンバ 115 は開口部 17 を通じて排気系 114 と接続されている。符号 14 は気密室 115 b が開いたときに収容される収容室であり、15 は気密室 115 b を開閉するためのシリンダーである。回収チャンバ 115 内にはレトルト 115 c が収容されている。レトルト 115 c は処理対象物体からの蒸発物を回収するための交換可能な配管状のカセットである。この例では第 2 の気密室 103 に臨む面と、排気系 114 側の側面に開口部 (115 d) を有する中空の円筒形状を有している。また回収チャンバ 115 にはレトルト 115 c を進退させるための機構が備わっている。この例ではシリンダー 23、31 の伸縮動作によりレトルト 115 c は回収チャンバ 115 内を前進、後退する。回収レトルト 115 c は前進位置では第 2 の気密室 103 の開口部 103 b へぴったりと挿入される。シリンダーは前進動作、後退動作に複数備えるようにしてもよい。またシリンダー 23 に蒸発物が付着するのを防止するために、この例ではシリンダーは蛇腹状のカバー 30 により覆われている。また回収チャンバ 115 内

には、レトルト 115 c の進退動作をガイドする機構が備えられている。このようなガイド機構としては、ガイドレール、ガイドローラなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0376】図 11 では気密室 115 b を開いて、レトルト 115 c を前進させ、第 2 の気密室 103 の開口部 103 b へ挿入された様子が示されている。気密室 115 b は、回収レトルト 115 c によって第 2 の気密室 103 及び回収チャンバ 115 から隔てられる。このような構成を採用することにより、処理対象物体からの蒸発物が気密室 115 b に付着するのを防止することができる。また気密室 115 b は第 2 の気密室 103 の輻射熱から遮蔽される。このため気密室 115 b のシール部が保護され、系の気密性を向上することができる。この状態で、第 2 の気密室 103 内の温度、圧力を処理対象物体中の所望の金属の沸点以上に調節して、その金属を蒸発させる。処理対象物体からの蒸発物はレトルト 115 c 内を通過して排気系 114 へと向かう間に冷却され、レトルト 115 c 内に凝縮する。このとき気密室 115 b は、レトルト 115 c によって処理対象物体からの蒸発物を含む熱いガス流から遮蔽されている。このため気密室 115 b のシール部に処理対象物体からの蒸発金属が凝縮するのを妨げることができる。また気密室 115 b のシール部に樹脂が用いられている場合でも、シール部を保護することができる。

【0377】処理対象物体からの所望の成分の蒸発処理が終了したなら、レトルト 115 c を回収チャンバ 115 内に後退させ、気密室 115 b を閉鎖する (図 10 参照)。また回収チャンバ 115 と排気系 114 との間のバルブを閉じて回収チャンバ 115 を排気系 114 から分離する。この状態で回収チャンバ 115 に備えられた気密室 33 を開いてレトルト 115 c を外部へと取り出す (図 12)。本発明では、処理対象物体からの蒸発物の回収中には気密室 115 b は第 2 の気密室 103 から遮蔽されているため、気密室 115 b への凝縮物の付着が防止される。また気密室 115 b のシール部の熱による損傷も防止される。したがって回収チャンバ 115 を開いても第 2 の気密室 103 に外気がリークするのを防止することができる。この後別のレトルトを回収チャンバ 115 内に装填し、同様の操作を繰り返す。このような構成を採用することにより本発明では、加熱炉が減圧されている場合でも加圧されている場合でも、炉停止することなく連続運転しながら処理対象物体からの蒸発物、ガス状排出物等の熱分解生成物を回収することができる。このため処理の生産性を大きく向上することができる。したがって処理コストを低減することができる。

【0378】図 12 は、処理対象物体から排出され、排ガス処理系や回収チャンバなどにより回収されない排ガスを処理する排ガス処理装置の構成の例の例を概略的に示す図である。排ガス処理系または回収チャンバなどの

回収系の後段に、マルチ排ガス処理フィルタ1201、無煙化フィルタ1202、無臭化フィルタ1203が接続されている。これ以外にも例えばハロゲンガスを回収するアルカリトラップや、触媒などをを用いたハロゲン化炭化水素分解装置などを備えるようにしてもよい。

【0379】このように本発明の処理装置は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を、構成樹脂は選択的に熱分解（気化、油化、炭化）し、構成金属は気化させて処理対象物体から分離回収することができる。

【0380】（実施形態9）つぎに、鉛を構成材として有する物体から鉛を除去する処理システムについて説明する。

【0381】この処理システムは構成材の少なくとも一部に鉛と樹脂が使用された物体を処理対象としている。例えば、Pb-Sn系ハンダ合金など鉛を含む合金が使用された電子機器や自動車の電子部品などから鉛を除去することができる。

【0382】この処理システムは、まず樹脂部分を気化、油化、炭化など選択的に熱分解し、ついで鉛を気化させて処理対象物体から分離するものである。気化させた鉛は回収するようにすればよい。装置には、これまで述べたような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0383】まず、処理対象物体の鉛が実質的に酸化しないように構成樹脂を選択的に熱分解する。

【0384】樹脂は323K程度から溶融等が起こり、453～873K程度に保持すると熱分解により主としてC1～C8の炭化水素系ガスを排出する。このような樹脂の分解生成ガスは排ガス処理系などで回収するようにすればよい。

【0385】この樹脂の選択的に熱分解工程は酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度を調節することにより、樹脂の分解生成ガスの回収効率が向上する。また、鉛の酸化を防ぐことができる。酸化鉛は鉛よりも低い温度で蒸発するから、酸素濃度を調節することにより鉛の飛散を防止し、後工程でより積極的に鉛を回収することができる。

【0386】そして、温度と圧力とを調節して処理対象物体から鉛を気化させる。処理対象物体が鉛以外に例えば鉄、銅、アルミニウム、スズなどの金属が含まれるときには、蒸気圧の差によりそれぞれの金属を選択的に気化させるようにすればよい。

【0387】鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1673Kに加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0388】また、大気圧下では例えば2013Kに加

熱した場合の鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、物体を1673K程度に加熱することにより物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0389】また、減圧下で処理対象物体を加熱することにより、さらに低い温度で処理対象物体中の鉛を気化させることができる。

【0390】圧力を10-1Torrに調節すれば、1100K程度に加熱することにより、処理対象物体からはほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0391】また、圧力を10-3Torrに調節すれば、900K程度に加熱することにより、処理対象物体からはほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0392】さらに、圧力を10-4Torrに調節すれば、700K程度に加熱することにより、処理対象物体からはほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0393】このように選択的に発生させた鉛蒸気は、例えば鉛の融点以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収するようにすればよい。

【0394】図13は鉛の蒸気圧と温度との関係を示すグラフである。気密容器内を減圧すれば鉛の沸点が下がることがわかる。

【0395】このグラフに基づいて、例えば気密容器内の圧力に応じて加熱温度を調節するようにすればよい。また、例えばこの関係をプログラムとして電子計算機に搭載し、前述した本発明の処理装置の制御手段として用いるようにしてもよい。

【0396】（実施形態10）ここで、鉛と樹脂とを構成材として有する物体の例として、回路基板に各種電子部品がPbを含むハンダ合金で搭載された実装基板を処理対象物体として処理した例を説明する。

【0397】図14はこのような実装基板1300を模式的に示す図である。

【0398】銅箔1301と樹脂1302とが積層された回路基板1303に電子部品1304が搭載されている。この電子部品1304は樹脂1305でパッケージングされている。そしてCu合金からなる電子部品の接続端子1306と銅箔とがPb-Sn系ハンダ合金1307で接合されている。電子部品の接続端子1306表面がハンダ合金でメッキされていることもあるが同じように処理できる。

【0399】まず、実装基板1300を気密容器内で酸素濃度を調節して加熱し、樹脂1302、1303を選択的に熱分解する。プリント基板の構成樹脂は一般に熱硬化性樹脂で、多くは炭化されるが、それでも多量の分解生成ガスを発生する。電子部品のパッケージング樹脂1303も同様である。

【0400】図15は構成樹脂が選択的に熱分解された実装基板1300を模式的に示す図である。

【0401】この状態では実装基板の構成樹脂の多くは炭化している。また、鉛は酸素濃度を調節することにより飛散することはない。

【0402】ついで気密容器内の温度と圧力を調節して、処理対象物体中の鉛を選択的に気化させる。温度と圧力は図13に基づいて決めるようにすればよい。気密容器内を減圧したほうが好ましい。これは、低い温度で鉛が気化するから投入エネルギーが少なくすむし、また酸素濃度が小さくなるの鉛その他の処理対象物体の構成金属が実質的に酸化されないからである。処理対象物体の構成金属が酸化される恐れのある時には、N₂、Arなどのキャリアガスを導入して気密容器内の酸素濃度を調節するようにすればよい。

【0403】気密容器内を減圧すればするほど、低い温度で鉛は気化する。図16は鉛1308が金属状態のまま気化する様子を模式的に示す図である。気密容器内の温度、圧力を調節することによって、鉛だけを選択的に気化することができる。処理対象物体に鉛より沸点の低い金属が含まれる場合には、先にそのような金属を気化させるようにすればよい。

【0404】このように、処理対象物体である実装基板1300から鉛を除去することができる。また、社会が抱える大量の廃電子機器などの実装基板を処理することにより、一般廃棄物として処理することができ、鉛の溶出により環境を汚染することはない。また、鉛以外の構成金属の分離も容易になり、資源として利用できる。構成樹脂も有価な油として、または炭化物として回収することができる。この炭化物は、肥料や、活性炭として利用するようにしてもよい。

【0405】ここでは、実装基板1300から鉛を除去するところまでを説明したが、さらに気密容器内の温度、圧力を調節して、処理対象物体の鉛以外の構成金属を気化させるようにしてもよい。

【0406】例えばハンダ合金を構成していたスズを気化させることにより、回路基板1303と電子部品1304とを分離することができる。

【0407】図17は、スズを気化させ回路基板1303と電子部品1304とが分離した様子を模式的に示す図である。

【0408】このように、鉛を除去したり、回路基板1303と電子部品1304とを分離することにより処理対象物体の有する複雑さが減少し、その後の処理が容易になる。言い換えれば、処理対象物体のエントロピーが減少し、物体の価値を高めることができる。

【0409】さらに、気密容器内の温度、圧力を調節して、回路基板1303、電子部品1304に含まれる、例えばAu、Ag、Pt、Bi、In、Ta、Ni、Cr、Cu、Al、W、Mo、Co、Pdなどの金属を気

化させ回収するようにしてもよい。このような回収は回路基板1303と電子部品1304とを分離してから別に行うほうが効率的である。

【0410】図18、図29、図30は各種金属の沸点（蒸気圧）圧力依存性を示す図である。この図は回収可能な金属の例として示したものであり、図示されていない金属も回収可能することができる。

【0411】図19は酸化物の生成自由エネルギーの温度依存性を示す図である。図19に示した元素は1例として示したものであり、これ以外の元素に関するデータも容易に計算ないしデータベースなどで得ることができる。図18、図19、図29、図30に示した関係を、図13に示した鉛の沸点（蒸気圧）と圧力との関係とともに用いて、例えば気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を制御するようにすればよい。

【0412】また、例えばこの関係をプログラムとして電子計算機に搭載し、前述した本発明の処理装置の制御手段として用いるようにしてもよい。

【0413】（実施形態11）図20は本発明の鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体の鉛除去に用いる装置の例を模式的に示す図である。装置は図20に例示した装置に限らずこれまで述べたような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0414】この処理装置2000は第1の気密室2001と第2の気密室2002を備えている。この第1の気密室2001は酸素濃度制御装置2003と、図示しないバーナー等の加熱装置とを備えている。そして、図示を省略した制御部により所定の温度で所定時間保持されるように構成されている。

【0415】処理対象物体2004の加熱により構成樹脂から排出される炭化水素系ガスは油化回収装置2005で冷却され油として回収する。2006は排ガス洗浄装置であり、この例ではアルカリ水シャワー洗浄装置等が接続されており、排ガス中のハロゲンガスは環境基準以下まで低減される。

【0416】第2の気密室2002は真空加熱炉であり、鉛回収チャンバ2007と排気装置2008を有している。

【0417】処理対象物体は、コンベアなどの移送手段2009により第1の気密室2001、第2の気密室2002へと順に送られる。

【0418】これら処理対象物体の第1の気密室2001、第2の気密室2002における滞留時間、加熱温度、圧力、酸素濃度は図示しない制御部によりそれぞれ制御される。

【0419】なお、第2の気密室2002を通過した後は残渣受け部2010に送られる。第1の気密室2001において、処理対象物体2004は例えば473K～873K程度の温度に昇温・保持され、処理対象物体2004の構成材の一部である樹脂成分は、加熱分解して

例えばC1~C8、C8~C16の炭化水素ガスとして排出される。

【0420】排出された樹脂の分解生成ガスは、排ガス処理系2005で凝縮回収される。未回収のガスは排ガス洗浄装置2006で除去し、無害化、無煙化、無臭化される。

【0421】つぎに、処理対象物体2004は、第2の気密室2002に送られ、例えば10-Torr程度の圧力まで減圧し、温度を700K程度にして、この状態を保持する。処理対象物体中の鉛は蒸気鉛として処理対象物体から放出される。第2の気密室2002の上部にはガス排出部が設けられており、処理対象物体から放出された蒸気鉛は蒸気圧の低下により金属鉛として凝縮させる。結晶化した金属鉛は、鉛回収チャンバ2005内で析出させ回収する。また、第2の気密室2002から蒸気鉛を効率的に鉛回収チャンバ2005に送り込むため、第2の気密室2002に設けたキャリアガス導入部からN₂やArなどの不活性なガスを導入し、蒸気鉛をキャリアガスとともに鉛回収チャンバ2005に送り込む。

【0422】第1の気密室の上部にはガス排出部が設けられており、排出された樹脂の分解生成ガスは排ガス処理系2005に送られる。

【0423】排ガス処理系2005は冷却温度が523~423Kの場合には重油、423~323Kの場合は重油と軽質油の混合物、323K~室温の場合は軽質油が主体となる。回収された油は図示を省略した回収タンクに導かれ、燃料あるいは原料として再利用できる。

【0424】排ガス処理系2005から排出されたガスは、ガス送出部15を経て、排ガス洗浄装置2006に導かれる。この例ではアルカリ水シャワー洗浄等が接続されており、排ガス中のハロゲンガスは環境基準以下まで低減される。

【0425】(実施形態12)次に、上記構成の処理装置2000を用いて、処理対象物体としてハンダを含む電子機器を処理した例について説明する。

【0426】処理対象物体2004である電子機器は前処理で破砕するようにしてもよい。ここでは電子部品を2軸型破砕機で10cm角程度に粗破砕した。粗破砕した電子機器は第1の気密室に投入した。

【0427】第1の気密室2001は炉内温度約773K程度、酸素濃度を5%程度に保持されており、電子機器を約30分間滞留させた。電子機器の構成比率の約40%を占める構成樹脂は第1の気密室2001で選択的に熱分解して炭化水素ガスとして排出し、あるいは炭化した。

【0428】また構成比率の約50%を占める鉄・銅・アルミニウム等の金属類と、構成比率の約10%を占める実装基板には、第1の気密室2001内で化学的变化は起こらなかった。すなわち酸化状態や相平衡状態は実

質的に維持された。

【0429】構成樹脂を選択的に熱分解した電子機器は、冷却されることなく第2の気密室2002に搬送した。第2の気密室2002は圧力を約10-Torr程度、温度約900K程度に保持し、電子機器を約30分程度滞留させた。

【0430】電子機器の約10%を占める実装基板には、基板重量の約5~10%のハンダが合金が使用されている。また、このハンダ合金の約40wt%は鉛である。

【0431】すなわち、電子機器中には0.2~0.4%の鉛が構成材の一部として使われている。この鉛は第2の気密室2002で蒸発鉛として気化し、キャリアガスとともに鉛回収チャンバ2005に送り込まれ、金属鉛として回収した。

【0432】鉛の回収率を向上させるには、鉛回収チャンバ2005内部での鉛蒸気の滞留時間をできるだけ長くすることが好ましい。この例では、鉛の回収率は98%であった。回収された鉛は不純物が少なく、有価な金属として再利用が可能であった。

【0433】第1の気密室2001で熱分解して排出された炭化水素ガスは、排ガス処理系2005に送り込み、300K程度の循環水で冷却した凝縮部で冷却した。この例では電子機器の40%が樹脂で構成される。油化率は構成樹脂の成分により異なるが、重量比の約90%が油として回収され、約10%が主として炭化物からなる残渣として残った。

【0434】回収された油は燃料あるいは原料として再利用が可能であった。また、排ガス処理系2005を通過したガス成分は、排ガス洗浄装置2006で洗浄することにより、環境基準以下の排気ガスとして大気中に放出した。また、電子機器の約50%の構成比率を占める鉄・銅・アルミニウム等の金属は、第1の気密室2001や第2の気密室2002で殆ど酸化されることはなく、むしろ還元されて金属として回収することができるため再利用価値が高い。

【0435】この例では残渣受け部30に排出された残渣は、鉄・銅・アルミニウムと樹脂の炭化物残渣が主であった。

【0436】図21は例えば図20に例示した処理装置2000の第1の気密室2001と第2の気密室2002との気密性と断熱性を保つ開閉可能な隔壁2101の例の例を模式的に示す図である。隔壁2101はワイヤー2102と巻上機2103によって操作される。

【0437】それぞれの隔壁2101の位置に真空扉と断熱扉を別々に備えるようにしてもよい。例えば隔壁2101bを真空扉としこの扉の第1の気密室2001側と第2の気密室2002側に同じく開閉可能な断熱扉を配設するようにしてもよい。

【0438】次に、各種電子機器、自動車、精密機器、

文房具、医薬品・食料品パッケージなどをはじめ、大量に用いられている樹脂と金属を含む廃棄物を処理対象物体として取り上げその処理システムについて説明する。装置については前述した本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0439】（実施形態13）このような樹脂と金属を含む廃棄物は、分離回収が困難であることから一般に焼却、埋め立て処理されている。本発明の処理システムでは、同一装置内で、廃棄物の構成樹脂の選択的に熱分解（気化、油化、炭化）と、構成金属を気化させ金属状態

で回収するものである。特に、樹脂を含む廃棄物は減圧下では加熱時の昇温が遅く実用上問題があったが、本発明では酸素濃度を調節することによりこの問題を解決している。

【0440】本発明の処理システムは、まず樹脂と金属とを含む廃棄物を気密容器内に投入する。そして樹脂部分の回収のために酸素濃度を調節し、数気圧の圧力に加圧して加熱する。つぎに、金属の気化、回収のための減圧および加熱を行う。

【0441】図22はこの処理システムで用いることのできる本発明の処理装置の例の例を模式的に示す図である。

【0442】気密容器2201内に樹脂と金属を含む廃棄物を收容し、気密容器内には昇温効率がよく耐熱性の高い金属などからなる投入棚2202が設けられている。2203は気密容器2201を開閉するドアである。気密容器内にはシーズヒーター等の加熱装置2204が設けられており、気密容器内の圧力、酸素濃度とともに制御盤2205により操作する。2206はセンサであり、気密容器2201内の温度、圧力、酸素濃度を

信号として制御盤2205に伝達する。

【0443】気密容器2201は排気装置2208に接続されている。気密容器2201と排気装置2208との間には、廃棄物の構成樹脂の分解生成ガスの回収装置である樹脂回収系2209と、廃棄物の構成金属の回収装置である金属回収系2210が配設されている。樹脂回収系2209には例えば排ガス処理系などを備えるようにすればよい。金属回収装置には例えばサイクロン分離器を備えるようにしてもよい。

【0444】廃棄物を気密容器2201内に設けられた投入棚2202に投入し、ドア2203を閉め密閉し、最初は回収系を閉じた状態で加熱（400℃）と加圧（3atm）を開始する。

【0445】この場合、減圧状態で加熱よりも昇温効率がよく、後の金属回収時の減圧加熱の際の昇温効率に貢献する。

【0446】廃棄物の構成樹脂が熱分解して発生したガスは複数の回収装置にガスの種類に応じて回収する。廃棄物がポリ塩化ビニル系の樹脂を含む場合には最初に常圧で加熱して塩素ガスを発生させるようにしてもよく、

この塩素ガスは高温に加熱した鉄に接触させて塩化鉄として回収するか、アンモニアを添加して塩化アンモニウムとして回収するようにすればよい。この場合、塩素ガスによる容器、配管等の腐食が激しいので、装置は必要に応じてステンレス鋼のかわりに Hastelloy やチタン合金等を使用するようにすればよい。なお、未回収ガスなどの排ガスは高温で燃焼させて無害化するようにしてもよい。

【0447】樹脂の一部は炭化し、肥料、燃料等に再利用することができる。真空加熱処理を行った炭化物は肥料、燃料、脱臭剤等の性能に優れている。つぎに、樹脂回収系2209を閉じて、金属回収系2210別のパイプの回路を開く。気密容器2201内を排気装置により10-3Torr程度の圧力まで減圧し、金属の種類に応じて合金の沸点以上に加熱し、金属を蒸発させて金属回収系2210の途中に配設した凝縮手段により回収する。この場合、常圧より金属の蒸発温度が低くなるので比較的低い加熱温度でよく、また酸化されにくいので回収効率がよい。

【0448】このように本発明の処理システムによれば、熱効率がよく処理コストが低い。また加熱加圧を行うことにより比較的分子量の小さい油の回収効率がよく、かつ真空加熱により純度の高い金属の回収率が高い。

【0449】（実施形態14）次に、各種電子機器、自動車、精密機器などをはじめ、大量に用いられている回路基板に各種電子部品が搭載された実装基板の廃棄物を処理対象物体として取り上げその処理システムについて説明する。装置については前述した本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0450】この処理システムはIC、LSI、抵抗器、コンデンサなどの各種電子部品が搭載された実装基板から電子部品を効率的に分離回収するものである。また、回路基板、電子部品などからなる実装基板の構成樹脂、構成金属についても分離回収し資源化するシステムである。

【0451】このような実装基板の廃棄物は電子部品の回路基板からの分離が困難であり、また実装基板は異なった材料が複雑に一体化した物体であり、その処理が困難であった。このため、埋め立て処理、焼却処理などが一般的であった。

【0452】この処理システムは、まず実装基板の廃棄物を気密容器に投入する。そして昇温効率を上げるため、常圧もしくは加圧下で樹脂があまり酸化されない温度まで加熱し、次に減圧する。これは減圧下では気密容器内の熱伝導率が小さくなるためである。

【0453】そしてこれまで前述のように樹脂を選択的に熱分解（気化、油化、炭化）し、分解生成ガスは回収する。

【0454】実装基板の構成樹脂を処理する際には、気

密容器内の昇温効率を高めるため、樹脂が余り酸化しない温度（200℃）まで加熱後、排気系により圧力、酸素濃度を調節しながら処理対象物体である実装基板を加熱する。この場合、真空中に応じた温度で構成樹脂は選択的に熱分解し、真空度が高いほど低い温度で熱分解するので、密閉減圧容器を痛めることはない。

【0455】電子部品のパッケージ樹脂も熱分解して、非常に脆くなり、パッケージ内の素子との分離が容易な状態になる。

【0456】樹脂が熱分解して発生するガスは複数の回収装置に発生ガスの種類に応じて回収する。例えば水素ガスはこのガスを吸着する物質により回収し、塩素ガスの場合は高温加熱した鉄に接触させて塩化鉄として回収するようにしてもよい。

【0457】なお、排ガスなどは、高温で燃焼させ無害化するようにしてもよい。さらに回収する金属に応じて気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節し（図13、図18、図19、図29、図30参照）、回路基板と電子部品とを接合している合金（例えばPb-Sn合金）を気化させる。合金はそれぞれ蒸気圧により選択的に気化させ、分離することが再資源化の観点からも好ましい。

【0458】回路基板と電子部品とを接合している合金が気化すれば、電子部品は回路基板から分離する。

【0459】回路基板と電子部品とを接合している接合金だけでなく、実装基板に含まれるZn、Sb、Au、Pt、Ni、Cr、Cu、Al、Mo、W、Taなどの各種金属を気化させて分離回収するようにしてもよい。金属は酸化物にせず金属状態で回収できるので利用価値が高い。

【0460】ハンダ合金の気化の際には、昇温効率を上げるため、ハンダ合金が余り酸化しない温度（例えば約200℃）まで加熱後、排気手段により気密容器内を減圧してさらに加熱（例えば約400℃）し、回収経路の途中に設けた凝縮手段で凝縮するようにしてもよい。

【0461】このシステムによれば図17に示すように実装基板のハンダ合金は完全に除かれており、IC、LSI、抵抗器、コンデンサー等のリード端子部分のハンダも完全に除去されている。このため、電子部品を基板から分離できるだけでなく、後の回路基板、電子部品の再資源化を容易にして価値を高めることができる。

【0462】実装基板の構成樹脂は気化、炭化され、または中間生成物になり、有効活用が可能である。

【0463】気密容器内の真空度に応じてハンダ合金の構成金属は蒸発し、真空度が高いほど低い温度で蒸発するので、処理装置の炉壁等を痛めない。

【0464】実装基板を埋め立て処理すると、酸性雨などによりハンダ合金中のPb、Sbなどの有害金属が溶出して土壌、河川を汚染する。また、樹脂のほとんどは自然分解せず半永久的に残り処理場の不足だけでなく、

環境保全の面からも問題がある。本発明の処理システムによればこれらの問題を解決することができる。

【0465】さらに回路基板や電子部品に含まれる各種金属を分離回収し資源化することができる。これらの金属の中には資源枯渇の恐れのある金属、地殻の元素存在度が小さい希少金属も含まれている。したがってこれらの金属を回収することは、大量消費社会が直面している資源、エネルギー問題の解決に大きくしするものである。

【0466】（実施形態15）つぎに、処理対象物体として、銅箔と樹脂とが積層された回路基板を取り上げてその処理システムを説明する。

【0467】回路基板はいわゆる銅張積層板でもよいし、フレキシブ基板でも、TAB（Tape Automated Bonding）のフィルムキャリアなどでもよい。また、回路基板の製造工程で生じる、銅張積層板の切り落とし部分を処理するようにしてもよい。さらに、これまで説明してきたように、実装基板から電子部品と接合金とを分離した回路基板を処理するようにしてもよい。

【0468】また、ここでは回路基板を取り上げて説明するが、銅と樹脂とを構成材として有する物体であれば同様に処理することができる。

【0469】実装基板からのハンダ合金、電子部品の分離については前述のとおりである。実装基板の構成樹脂の熱分解についても前述のとおりである。ここで樹脂の一部に紙が含まれていてもよい。このことは本発明の他の部分についても同様である。

【0470】この処理システムは、銅箔と樹脂とを効率よく分離するため、減圧条件下または非酸化条件下で回路基板を加熱し、回路基板の構成樹脂はガス、油、炭化物等に熱分解する。銅箔はほぼ純金属として回収される。銅に付着した炭化物などの不純物は、必要に応じて洗浄、振動、微細砂と混合回転するなどの方法を行うようにしてもよい。装置は本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0471】図23は処理対象物体である回路基板2300を模式的に示す図である。この回路基板2300は2層板であり、銅箔2301と樹脂2302とが1体的に積層されている。

【0472】回路基板2300を気密容器内に導入し、銅2301が実質的に酸化されないように気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節して樹脂2302を選択的に熱分解（気化、油化、炭化）する。樹脂2302の分解生成ガスは排ガス処理系などで回収するようにすればよい。

【0473】このとき、樹脂2302があまり酸化されない温度（例えば200℃）まで加熱し次に減圧または酸素濃度分圧を低下させ、さらに昇温（例えば400～650℃）するようにしてもよい。これは昇温効率を

げるためである。

【0474】図24は構成樹脂を熱分解した後の回路基板2300を模式的に示す図である。樹脂の多くは炭化物として存在している。

【0475】この状態で炭化した樹脂2302を機械的に分離するようにしてもよい。また、気密容器内の圧力ないしは酸素濃度を調節しながら、温度を銅の融点より数十度高い温度まで加熱すると、液体状態の銅2301は表面自由エネルギー（表面張力）により粒状の銅2301bになる（図25）。この状態で冷却すれば、銅の分離回収はさらに容易である。例えば760Torrでの銅の融点は1080℃であるが、気密容器内の温度を例えば1150℃程度（760Torrの場合）に加熱することにより、銅を粒状に集めることができる。

【0476】このように減圧下もしくは非酸化雰囲気中で回路基板を加熱することにより、銅箔は殆ど酸化されことなく回収することができる。なお、必要に応じて表面に付着した炭化物等の不純物は、洗浄等により除去するようにしてもよい。

【0477】このように本発明の処理システムによれば、樹脂と銅とが一体化した物体から銅を金属状態で分離回収することができる。また、樹脂も油、炭化物として回収することができる。

【0478】（実施形態16）つぎに、処理対象物体として、アルミニウム箔と樹脂とが積層された樹脂被覆アルミニウム箔を取り上げてその処理システムを説明する。

【0479】このような樹脂被覆アルミニウム箔は、例えばポテトチップスの袋やカレーなどレトルト食品の包装容器をはじめ、食品、医薬品の包装容器、断熱材などに幅広く用いられている。

【0480】このような樹脂被覆アルミニウム箔は樹脂とアルミニウム箔とが一体化していることから処理が困難であり、埋め立てや焼却により処理されている。焼却処理するとアルミニウムは酸化物になり、資源としての価値が著しく低下する。

【0481】アルミニウムの精練には莫大なエネルギーが投入されており、再資源化しないのはエネルギーの浪費である。

【0482】本発明は、樹脂被覆アルミニウム箔を気密容器内で酸素濃度を調節しながら加熱することにより、アルミニウムの酸化状態を実質的に保持したまま構成樹脂を選択的に熱分解（気化、油化、炭化）するものである。すなわち、アルミニウム箔と樹脂とを効率よく分離するため、減圧条件下または非酸化条件下で樹脂被覆アルミニウム箔を加熱し、樹脂はガス、油、炭化物等に分解回収する。アルミニウム箔はほぼ純金属として回収される。アルミニウムに付着した炭化物などの不純物は、必要に応じて洗浄、振動、微細砂と混合回転するなどの方法を行うようにしてもよい。

【0483】この処理システムは、樹脂被覆アルミニウム箔を、昇温効率をあげるため樹脂があまり酸化されない温度まで加熱し、次に減圧または酸素分圧を低下させ、さらに昇温して樹脂部分はガス、油、炭化物等に分解回収するものである。アルミニウム箔はほぼ純金属として樹脂から分離される。

【0484】図26は樹脂被覆アルミニウム箔2600を模式的に示す図である。樹脂2601とアルミニウム箔2602とが一体化している。

【0485】まず処理対象物体である樹脂被覆アルミニウム箔2600を本発明の処理装置へ導入する。

【0486】つぎに気密容器の昇温効率を高めるため、樹脂2601が余り酸化されない温度（例えば200℃）まで加熱後、温度・圧力条件を制御しながら樹脂被覆アルミニウム箔2600を400～650℃に加熱する（図18、図19、図29、図30参照）。

【0487】400℃より低温では構成樹脂の熱分解が不十分で、650℃より高温ではアルミ箔が熔融するのでこのような温度範囲を定めた。

【0488】圧力10-2Torr以下（もしくは非酸化雰囲気）で、加熱温度550～650℃で樹脂を選択的に熱分解することがより好ましい。

【0489】図27は構成樹脂2601を選択的に熱分解した後の樹脂被覆アルミニウム箔の様子を模式的に示す図であり、金属状態のアルミニウム箔2601に、樹脂の熱分解生成物である炭化物2602bが付着している状態である。この状態では、炭化物2602bは軽く接触しただけで容易にアルミニウム箔から剥離する。したがって容易にアルミニウム箔を金属状態で回収することができる（図28参照）。

【0490】また、樹脂の熱分解によって発生する分解生成ガスは複数の回収装置によりガスの種類に応じて回収する。触媒を用いるようにしてもよい。例えば、水素ガスは、例えば水素ガス吸着物質により吸着して回収するようにすればよい。塩素ガスは例えばNaOH等のアルカリ溶液でトラップし、中和するようにしてもよいし、高温に加熱した鉄に接触させて、塩化鉄として回収するようにしてもよい。

【0491】なお、未回収ガスなどの排ガスは高温で燃焼させ、無害化するようにしてもよい。樹脂の一部は炭化物または油として回収される。一般的に樹脂被覆アルミニウム箔の構成樹脂は熱可塑性樹脂であり、大くの部分を気化、油化して回収することができる。構成樹脂の炭化物は容易にアルミニウム箔と分離できた。また、アルミニウムはその金属性を保持していた。

【0492】このように樹脂被覆アルミニウム箔を減圧下もしくは非酸化雰囲気中で加熱することにより、アルミニウムは殆ど酸化されことなく回収することができる。なお、必要に応じて表面に付着した炭化物等の不純物は、洗浄等により除去するようにしてもよい。

【0493】(実施形態17)図31は本発明の処理装置の例を概略的に示す図である。

【0494】図32は図31に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図である。

【0495】この処理装置10は、樹脂と金属とを含有する処理対象物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段である熱分解炉20と、この熱分解炉2と接続して配設され、処理対象物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質または熱分解するガス分解器30と、ガス分解器30と接続して配設され、第2の温度で改質されたガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、ガス状排出物を第3の温度まで冷却する冷却手段である冷却塔40と、処理対象物体の熱分解により生じた残渣、ガス状排出物から分離された固形物などを、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱炉50と、残渣から気化した金属を凝縮する回収チャンバ60とを具備したものである。

【0496】すなわち、本発明の処理装置は樹脂と金属とを含有する処理対象物体を熱分解炉に導入して熱分解し、処理対象物体から排出されたガス状排出物はガス分解器、冷却塔から主要部が構成されるガス状排出物処理系により処理して無害化、クリーンガス燃料化し、ガス状排出物を排出した処理対象物体の熱分解残渣は減圧加熱炉に導入して金属を分離回収するものである。

【0497】熱分解炉20は、処理対象物体が酸素濃度制御下で熱分解されるような第1の温度で熱分解するものであり、例えばシュレッダーダスト、廃回路基板などからガス状排出物を抽出する。ここでガス状排出物とは、基本的には排出ガスからなるが、この排出ガスに混入する固体状微粒子、液体状微粒子などを含む場合を排除しない。

【0498】図33は、熱分解炉20の構造の例を模式的に示す図である。熱分解炉20は処理対象物体を熱分解する熱分解チャンバ21と、熱分解チャンバ21を加熱する燃焼チャンバ22とからなっており、燃料ガス配管23から導入した燃料ガスを燃焼室24で燃焼させ、この燃焼熱により熱分解チャンバ21内を加熱している。

【0499】熱分解炉20には図示しない温度調節手段と酸素濃度調節手段が配設されており、熱分解チャンバ21内を第1の温度に保つとともに、熱分解が還元性雰囲気で行われるように酸素濃度を調節している。

【0500】熱分解炉20の第1の温度を調節する温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、ガス、重油や軽油などをチャンバ外で燃焼させるようにしてもよい。さら

に、処理対象物体の樹脂などから排出されるガスを改質、無害化、中和したうえで燃料ガスとして、熱分解炉20はじめてする本発明の処理装置の熱源として再利用するようにしてもよい。また例えば上述のようにして得たクリーン燃料ガスをガスタービン発電機に導入して電力に変換し、この電力により熱分解炉20をはじめてする本発明の処理装置の運転に用いるようにしてもよい。

【0501】温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよい。第1の温度は、処理対象物体の樹脂が熱分解するとともに、処理対象物体の金属ができるだけ酸化されないように設定するようにすればよいが、後述するように、ダイオキシンの発生源を多段階で絶つために、熱分解炉20を還元性条件に保つことが好適である。例えば、塩素を含む芳香族系炭化水素化合物を還元性条件下で熱分解することにより、この芳香族系炭化水素化合物の塩素はHCl等に分解される。したがってダイオキシンの発生が抑制される。

【0502】この熱分解炉20では処理対象物体を約250℃～約600℃程度、より好ましくは400～550℃程度の温度範囲で熱分解するようになっている。この第1の温度は、処理対象物体の性質、構成などにより必要に応じて調節するようにすればよい。熱分解炉20の第1の温度を比較的低温に設定することにより、処理対象物体の重金属などの気化を防ぐことができ、後段の減圧加熱炉50でより効率的に分離回収することができる。また、熱分解炉20の負荷も低減され、耐用年数を長くすることができ、処理コストを低減することができる。なおガス状排出物の処理系は、減圧加熱炉からのガス状排出物を処理するようにしてもよい。また減圧加熱炉を熱分解炉として用いるようにしてもよい。

【0503】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。なお図31の例では熱分解炉20を減圧加熱炉とを別に構成しているが、例えば図1、図2に示した本発明の処理装置の第1の気密室102を熱分解炉として用いることもできる。

【0504】酸素濃度センサは例えばジルコニア(酸化ジルコニウム)を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO₂の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0505】キャリアガスガスとしては例えばArなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。また、このキャリアガスにより、熱分解炉20内の酸素濃度が調節されるだけでなくガスを効率的にガス分解器30へ導くこともできる。さらに、圧力調節手段と兼ねるようにしてもよい。

【0506】なお熱分解炉20は、処理対象物体を酸素

濃度制御下で熱分解することができればよく、例えばロータリーキルンなどを用いるようにしてもよい。

【0507】また、熱分解炉20の前段にシュレッダー25を設けるようにしてもよい(図40参照)。装置外部から持ち込まれた処理対象物体をシュレッダーで破碎、分別してから熱分解炉20に導入するようにしてもよいし、破碎せずに熱分解炉20に導入するようにしてもよい。処理対象物体が廃回路基板の場合には破碎せずに熱分解炉20に導入することが好適である。

【0508】処理対象物体が導入された熱分解炉20内は、処理対象物体中の金属の状態はできるだけ酸化されないように、また樹脂の熱分解に際して有機化合物と結合した塩素ができる限る無機化されるように、温度・酸素濃度条件を調節するようにすればよい。この温度・酸素濃度条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や酸素濃度の測定値を加熱手段、酸素濃度調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。酸素濃度を測定する必要がある場合には例えばジルコニアセンサなどを用いるようすればよい。

【0509】また、熱分解炉20の熱分解チャンバ21内の圧力を制御するようにしてもよい。例えば熱分解チャンバ21内を減圧すると、酸素濃度も低下し加熱により処理対象物体が急激に酸化されることはない。また加熱により樹脂から大量の分解生成ガスが発生するが、一般的に樹脂は分解してもほとんど酸素を発生しない。さらに、樹脂の分解生成物も容易に気化される。

【0510】一方、減圧すると熱分解チャンバ21内の熱伝導率は低下する。しかし熱分解炉20内が非酸化雰囲気であれば、大気圧下または加圧下でも処理対象物体は酸化されない。したがって熱分解チャンバ21内が非酸化雰囲気であれば、加圧が可能であり系内の熱伝導率が向上する。

【0511】処理対象物体から排出されるガス状排出物は、配管を通じてガス分解器30へ導入される。図31に例示した処理装置10では熱分解炉20とガス分解器30との間にガス状排出物中の塵などの固体状排出物を分離するサイクロン分離器29が配設されているが、このサイクロン分離器29は必要に応じて備えるようにしてもよい。

【0512】ガス分解器30は処理対象物体から排出されたガス状排出物を、第1の温度よりも高い第2の温度で熱分解または改質するものである。ここで熱分解または改質とは、処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物を、より低分子の水素、メタン、一酸化炭素などに変化させることをいう。また、水素化精製処理(kydroreforming)なども行うようにしてもよい。系内を還元性条件に保って改質することは前述のようにダイオキシンの発生源を断つという観点からも好適である。また、ガス分解器30内が還元性雰囲気に保たれるならば、ガス分解器30

内に少量の空気を導入するようにしてもよい。ガス分解器30では熱分解だけでなく、これに加えて例えば触媒を用いる接触分解も行うようにしてもよい。触媒としては、例えばシリカ・アルミナやゼオライト(アルミノケイ酸塩)などの固体酸にPt、Reなどの金属を担持させて用いるようにしてもよい。

【0513】ガス分解器30を熱分解炉20と分離して備えることにより、第1の温度より高い第2の温度で処理対象物体からのガス状排出物を処理することができ、ガス状排出物の改質、塩素の無機化が効果的に行うことができる。

【0514】ガス分解器30は、処理対象物体に直接的または間接的に由来するダイオキシンができるだけ分解するような条件を保つことが望ましい。例えば第2の温度を800℃程度に設定することによりかなりのダイオキシンを分解することができる。また第2の温度を1000℃以上、より好ましくは1200℃以上に設定することにより、さらに効果的にダイオキシンを分解することができる。このガス分解器30は、ダイオキシンが分解するような第2の温度に設定されるから、この第2の温度でガス状排出物の炭化水素の熱分解も同時に生じることになる。

【0515】処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物は、ガス分解器30で改質、熱分解されることにより、低分子化され水素、メタン、一酸化炭素などに変化する。

【0516】また、ガス状排出物にダイオキシンが含まれる場合にはこのダイオキシンの殆どは分解される。さらに、有機塩素は無機化され、ダイオキシンの再合成が抑制される。

【0517】図34はガス分解器30の構造の例を模式的に示す図である。

【0518】図34(a)に例示したガス分解器は、コークスを充填したチャンバ内に、熱分解炉20からのガス状排出物と、少量の空気を導入することにより、ガス状排出物を熱分解、改質するとともに、還元性雰囲気かつダイオキシンが分解するような温度条件を形成したものである。

【0519】図34(b)に例示したガス分解器は燃料ガスと空気を燃焼させてチャンバをダイオキシンが分解するような温度に加熱し、このチャンバ内に熱分解炉20からのガス状排出物を導入して、熱分解、改質するようにしたものである。

【0520】ガス分解器30のチャンバ内には例えば前述したような触媒などの接触分解手段を備えるようにしてもよい。

【0521】また、必要に応じてガス分解器30にチャンバ内の温度、酸素濃度を調節するための温度調節手段と酸素濃度測定手段を備えるようにしてもよい。酸素濃度調節手段としては前述のような酸素濃度センサとキャ

リアガス導入系とを用いるようにしてもよい。さらに、水素ガスリザバを接続するようにしてもよいし、Arなどの不活性ガスリザバを接続するようにしてもよい。

【0522】このように処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有されるガス状排出物はガス分解器30または第2の熱分解手段により低分子化され、水素、メタン、一酸化炭素などに変化する。

【0523】ガス分解手段30で熱分解、改質されたガス状排出物は冷却塔40に導入される。

【0524】冷却塔40はガス分解器30と接続して配設され、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物を、このガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、第3の温度まで冷却するものである。

【0525】すなわち、ガス分解器30または第2の熱分解手段において、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物中のダイオキシン濃度は、第2の温度がダイオキシンが分解するような温度であること、この温度で分解、あるいは改質される炭化水素系化合物の塩素は還元性雰囲気によりされ無機化されることから極めて低いものである。したがって、この状態からのダイオキシンの生成、再合成が生じないように、ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加ができるかぎり抑制されるように第3の温度まで冷却するようにする。第3の温度は、ダイオキシンの生成反応が生じないような温度に設定すればよい。

【0526】例えばダイオキシンが分解している状態のガス状排出物（ガス分解器30における第2の温度と同じでなくとも、ダイオキシンが分解するような温度より高い温度であればよい）から150℃以下、好ましくは100℃以下、さらに好ましくは50℃以下、最も好ましくは35℃以下まで冷却することによりダイオキシンの生成、再合成を抑制することができる。

【0527】このときガス状排出物を第3の温度までできるだけ短時間で冷却することが好ましい。これは約200℃～約400℃ではダイオキシンが生成、再合成されやすいためであり、ガス状排出物を第3の温度まで冷却してダイオキシンが生成、再合成されやすい温度範囲に滞留する時間をできるだけ短くすることにより、より効果的にガス状排出物中のダイオキシン濃度を抑制することができる。

【0528】したがって冷却塔40におけるガス状排出物の冷却は好ましくは約10秒程度以内で急冷することが好ましい。

【0529】このような冷却塔40としては、ガス状排出物に水、冷却油などの冷媒を直接噴射して接触冷却するようにしてもよい。このときガス状排出物に石灰粉末などのアルカリ性粉末を噴射するようにすれば、ガス状排出物は中和される。また例えばガス状排出物中のHC1は、石灰粉末と接触して固体表面に拡散されるからダ

イオキシンの生成、再合成を抑制することもできる。

【0530】図35は冷却塔40の構造の例を模式的に示す図である。

【0531】図35(a)は分解器30から導入されたガス状排出物整流して冷却水、冷却油などの冷媒を直接噴射し、ガス状排出物を第3の温度まで冷却する構造となっている。図35(b)では冷媒とともに石灰粉などの中和剤を噴射して、ガス状排出物を中和すると同時に、ガス状排出物中の塩素を固定してダイオキシンの発生源をガス状排出物から取り除く構造となっている。

【0532】また、冷却塔40には図示しない温度センサがガス状排出物導入部および冷却ガス排出部に備えられており、また導入されるガス状排出物の冷却速度管理手段、例えば冷媒の流量・温度調節手段が備えられており、ガス状排出物の冷却速度はダイオキシンの生成、再合成が抑制れるように制御されている。

【0533】このように熱分解炉20で処理対象物体から排出されたガス状排出物は、ガス分解器30でダイオキシンが分解するような温度で熱分解または改質され、冷却塔40によりダイオキシンの生成、再合成が生じないように冷却されることにより、水素、メタン、一酸化炭素等に変化し、また、ガス状排出物中のダイオキシン濃度も大きく低減される。

【0534】このように本発明の処理装置においては処理対象物体の分解、処理対象物体からのガス状排出物の分解を熱分解炉20と、ガス分解器30の複数段階で処理することにより、そして、このような分解手段を還元性雰囲気に係つことにより、ダイオキシンの発生を抑制することができる。

【0535】第2の温度を800℃に設定し、第3の温度を150℃に設定することによりガス状排出物中のダイオキシン濃度を0.1～0.5TEQng/Nm3に低減することができた。

【0536】また第2の温度を1150℃に設定し、第3の温度を50℃に設定することによりガス状排出物中のダイオキシン濃度を0.1TEQng/Nm3以下に低減することができた。

【0537】冷却塔40で冷却されたガス状排出物は、必要に応じて洗浄、脱硫を行うようにしてもよい。

【0538】また、冷却塔40で冷却されたガス状排出物を例えばバグフィルターなどの中和反応ろ過手段に導入するようにしてもよい。冷却塔40と中和反応ろ過手段との間に、ドライベンチュリーなどにより消石灰、ろ過助剤（例えばゼオライト、活性炭などの空隙率の高い粒子、デシゾーブ、シラスパルーン）などをガス状排出物の気流に吹き込むようにしてもよい。

【0539】図36は冷却塔40の後段にバグフィルター70を接続したガス状排出物処理系の構成の一部を示す図である。

【0540】冷却塔40で凝縮した重金属微粒子などの

固体状排出物、バグフィルター 70 から排出される固形物などは、減圧加熱炉 50 に導入して処理することにより、ガス状排出物中に鉛、すず、ひ素、カドミウムなどの金属が含まれる場合であっても分離回収することができる。

【0541】このように処理した、処理対象物体から排出されたガス状排出物は熱分解炉 20 の加熱の熱源として用いるようにしてもよいし、ガスタービン発電機に供給して電力を得るようにしてもよい。さらにこの電力を本発明の処理装置の熱源その他に用いるようにしてもよい。

【0542】一方、熱分解炉 20 でガス状排出物を排出した処理対象物体の熱分解残渣は、減圧加熱炉 50 に導入される。処理対象物体の有機物成分は第 1 の熱分解手段である熱分解炉 20 でほとんど分解されるから、熱分解残渣は主として金属と炭化物、あるいはガラスから構成される。

【0543】この処理対象物体である熱分解残渣から金属を分離・回収する減圧加熱炉 50 は、ページ室 51、第 1 の気密室 52、冷却室 53 とから構成されており、各室は開閉可能な隔壁 54 により隔てられている。また、熱分解炉 20 と減圧加熱炉 50 の第 1 の気密室を、ページ室 51 を介して接続するようにしてもよい。

【0544】図 31 に例示した処理装置の減圧加熱炉 50 では、処理対象物体は隔壁 54 a を開いてページ室 51 に導入される。隔壁 54 a を閉じてページ室 51 内を図示しない排気系により荒引きしたのち、隔壁 54 b を開いて処理対象物体を第 1 の気密室 52 へ移動する。

【0545】隔壁 54 b を閉じ、第 1 の気密室 52 内を処理対象物体中の金属が減圧下で気化するように圧力、温度を制御する。処理対象物体から気化した金属は、回収チャンバ 60 で凝縮させて回収する。この回収チャンバの構成は、例えば図 8、図 9、図 10、図 11、図 12 に例示したものと同様にすればよい。55 は排気系である。熱分解炉 50 の排ガス処理系からの排気ガスを分解器 30 に導入するようにしてもよい。

【0546】所望の金属を気化させた後、図示しない排気系により減圧されている冷却室 53 との間の隔壁 54 c を開いて、処理対象物体を冷却室 53 へ移動する。

【0547】隔壁 54 c を閉じて処理対象物体を冷却し、処理対象物体が大気中でも安定な状態になったら、冷却室 53 をリークし隔壁 54 d を開いて処理対象物体を取り出す。

【0548】処理対象物体中は炭化物と気化しなかった金属とからなっているが、これらに金属は容易に炭化物から分離することができる。

【0549】以上のように本発明によれば、樹脂と金属とを有する処理対象物体を高度に再資源化することができ、しかもダイオキシンの発生を防止することができる。

【0550】（実施形態 18）図 37 は本発明の処理装置の別の例を概略的に示す図である。

【0551】図 38 は、図 37 に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図である。この処理装置では冷却塔 40 で冷却したガス状排出物中の酸性成分を中和洗浄塔 61 で中和し、脱硫塔 62 で脱硫してクリーンな燃料ガスとして利用できるようにしている。この燃料ガスは熱分解炉 20 の燃焼室 23 へ送られて熱分解炉の加熱燃料として使用され、また、活性炭フィルタ 63 でろ過してからガスタービン発電機 64 へ送られて電力に変換される。熱分解炉 20 を加熱した排ガスおよびガスタービン発電機 64 の排ガスは GC-MS など成分、濃度をモニターし、安全を確認してから煙突 66 より大気中へ放出される。

【0552】このような構成を採用することにより、本発明の処理装置は、処理対象物体をより効率的に処理することができる。

【0553】例えば無害化されガス状排出物を中和、洗浄してクリーンな燃料ガスとして熱分解炉の加熱に利用し、さらにガス発電機で得た電力により減圧加熱炉を稼働したり、あるいは充電することにより装置のランニングコストを極めて低く抑制することができる。

【0554】また第 1 の熱分解手段内の第 1 の温度が 600℃以下と低温なため熱分解炉の耐用年数が長く、維持管理も容易にすることができる。

【0555】図 39 は本発明の処理方法を廃棄物処理に適用した例を模式的に示す図である。すなわち廃棄物を熱分解し、廃棄物から排出されるガス状排出物はガス状排出物処理系でクリーン燃料ガス化し、熱分解残渣は減圧加熱炉に導入して重金属、有用金属、活性炭などとして回収することができる。

【0556】図 40 は本発明の処理装置の前段に備えることができるシュレッダー装置の構成の例を模式的に示す図である。ここでは廃自動車処理するシュレッダー装置を例示した。

【0557】廃自動車はシュレッダーにより破碎され、磁気、風力などにより鉄類、非鉄類、非金属類などが分別される。このような分別残渣がシュレッダーダストである。シュレッダーダストには、樹脂（繊維、紙を含む）、ガラス、重金属を含む各種金属が含まれている。本発明は上述のような構成を採用することにより、従来処理技術が確立されていなかったこのようなシュレッダーダストも安全かつ効率的に処理することができる。

【0558】シュレッダーダストを熱分解炉 20 に投入し、400～500℃で加熱分解して、シュレッダーダストの樹脂成分あるいは有機物成分などから排出されるガス状排出物をガス分解器 30 に導いて、ダイオキシン等の有害物を分解無害化するため第 2 の温度を 1100℃以上（より好ましくは 1150℃以上）で加熱分解した。そして、その直後に第 3 の温度を 100℃以下（望

ましくは50℃以下)に設定した冷却塔40で10sec以内に急冷することにより、ダイオキシンの発生を0.1TEQng/Nm³以下に抑制することができた。このように処理した処理対象物体からのガス状排出物をガス洗浄(中和)装置、脱硫装置によりシアン化物、硫化物、窒化物などを除去して、クリーンな燃料ガスを得ることができた。

【0559】この燃料ガスは熱分解炉20の加熱熱源として利用するとともに、ガスタービン発電機で発電して電力に変換し、減圧加熱炉50を稼働している。

【0560】また処理対象物体の熱分解残渣は減圧加熱炉50に導入され、10-1~10-3Torrの減圧下で加熱して、Pb、Sb、As、Cd、Sn、Zn等の金属は99%以上の収率で分離回収することができた。減圧加熱炉50で処理した処理対象物体はPb、Sb、As、Cd、Sn、Znを0.1ppmレベルまで低減することができた。

【0561】減圧加熱炉50で処理した処理対象物体に残っていた鉄類は比重選考法、電気磁石等で分離回収し、最終的に無害で高純度の炭化物が得られた。この炭化物は活性炭フィルタ63で利用してもよいし、有効な土壌改良剤等に活用することができ。

【0562】このように本発明によれば、家庭電気製品、自動車、精密機器等、あるいはこれらの廃棄物のシュレッダーダストを、酸素濃度を制御して熱分解し、ガス状排出物処理系と熱分解残渣処理系で処理することにより、ガス状排出物はダイオキシンなどの有害物質を分解、無害化してクリーンなガス燃料とすることができ。このガス燃料を熱分解炉等の燃焼室導いて加熱熱源として用いることもできる。さらに、このガス燃料を用いて発電することもできる。渾水期には水が不足し、コンスタントに電力を供給することが困難な水力発電方法と比較して、シュレッダーダストは豊富で低価格な資源であり、本発明の処理装置を用いて非常に効率的に発電することができ。また、本発明の処理装置はモジュール構成となっているため小規模から大規模まで幅広い規模に応じて、また用途に応じて対応することができ。

【0563】一方熱分解残渣は真空加熱により各種金属を高純度の金属状態で分離回収することができ。炭化物も重金属が除去されており、有効に活用することができ。また減圧加熱炉は熔融炉と比較して小型であり、設置費用、設置場所等が少なくすみ、市町村規模の廃棄物処理にも効率的に対応することができ。

【0564】このように、有害物質またはその原料物質を含み、燃焼させるとダイオキシン類をはじめとする有害物質を生成する多量の廃棄物を、環境中に有害物質、重金属などを放出することなく、再利用可能な物質を高純度状態で回収することができ。

【0565】また本発明の処理装置、処理方法により、有害ガスを発生させることなく実装基板廃棄物などが

ら、容易に回路基板と各種IC、抵抗器、コンデンサ等の電子部品を分離し、同時に、半田合金などを分離回収することができる。

【0566】まず、実装基板を破碎せずに熱分解炉20に導入し、第1の温度を250~500℃に設定して熱分解する。このとき熱分解炉内を減圧するようにしてもよい。実装基板の熱分解により生じるガス状排出物は、ダイオキシン等の有害物の発生を押さえるため、ガス分解器30に導き800℃以上で加熱分解した後、冷却塔40にて100℃以下に冷却する。熱分解残渣は減圧加熱炉50に導入して10-3程度まで減圧し、350~700℃に順次昇温して、はんだ合金の構成金属を蒸発させた。したがって、回路基板と各種IC、抵抗器、コンデンサ等の電子部品を分離し、同時に、蒸発した鉛などの金属を回収経路の途中に設けた凝集手段で回収する。

【0567】このような方法により電子部品と回路基板とをほぼ完全に分離することができた。また、有害なPb等の低融点金属もほぼ完全に(0.1ppmレベル)除去された。樹脂部から発生したガス状排出物中の有害物質濃度も極めて低く、例えばダイオキシンは0.1~0.5TEQng/Nm³まで低減することができた。

電子部品が実装解除され、接合金属が除去された回路基板は炭化されており、配線用の銅を含んだ状態になった。各種IC、抵抗器、コンデンサ等の電子部品からも有害なPb、Sbなどの金属は除去され、モールド樹脂などの樹脂部は炭化し、一部Si、Au、Ni、W、Mo等の金属を含んだ状態になった。

【0568】ついで、銅を含む炭化した回路基板を減圧加熱炉50内で、更に、加熱(1050~1200℃)し、銅箔を半熔融させて、数mmの球状に凝集させた。

【0569】このような処理を施すことにより銅の炭化物からの分離回収が容易になった。この炭化物と金属銅とからなる回路基板は、炭酸カルシウム水溶液などにより洗浄し、高純度の銅を回収することができた。

【0570】このように本発明によれば実装基板廃棄物を有害物質を放出させず、かつ有害物質を除去し、また、人手によらず容易に回路基板と各種電子部品とを分離することができる。また同時に、半田合金の構成金属をはじめとする各種金属を蒸発させて分離回収することができる。また蒸発しなかった銅などの金属を高純度で回収することができる。本発明によれば従来有効な処理技術が確立されていなかった実装基板などの廃棄物を環境中に有害物質、重金属などを放出することなく、再利用可能な物質を高純度状態で回収することができる。

【0571】(実施形態19)図41は本発明の処理装置の構成の別の例を示す図である。この例ではレトリート115cはその第3の開口部115dを通じて排気系と直接接続されている。第3の開口部115dと排気系との間はパッキン115pにより気密に封止される。パッ

キンは例えばアスベスト等で構成するようにしてもよい。またパッキンに替えて、レトルトが第1の開口部へ挿入されたときに、第3の開口部115dと排気系とを接続する配管を設けるようにしてもよい。このような構成を採用することにより、処理対象物体からのガス状排出物がレトルト115cと回収チャンバ115との間の空間に侵入するのを防止することができる。これは第2の気密室103の圧力が、レトルト115cと回収チャンバ115との間の空間の圧力よりも低くなるためである。

【0572】さらにキャリアガス導入系115nを備えて例えば窒素ガスのような不活性なキャリアガスをレトルト115cと回収チャンバ115との間の空間へ供給してもよい。このキャリアガスは第2の気密室103を通じてレトルト115cへと導入され、レトルトの第3の開口部115dを通じて排気系へと導かれる。したがってレトルト115cと回収チャンバ115との間の空間は、圧力によって第2の気密室103からシールされる。レトルト115cと回収チャンバ115との間の空間は気密扉115bが開いているときに収容される空間ともつながっているから、気密扉、特にそのシール部115q、へ処理対象物体からの蒸発物が凝縮するのを防止することができる。さらにこのような構成を採用することにより、レトルト115cとスリーブ103sとのはめあわせマージンが大きくなる。このためレトルト115cとスリーブ103sとがかみ合って抜けなくなるのを防止することができる。またシリンダー23などのレトルト115cの駆動手段が小さくすることができる。かもしくは不要にすることができる。

【0573】図42は本発明の処理装置の構成の別の例を示す図である。この例ではレトルト115cの第3の開口部115dは、配管116を介して排気系へと接続されている。この配管116は上下に進退して、排気系とレトルトとの接続の開閉を行う。またパッキン116qの弾性変形によって配管116と回収チャンバのシール面115m、および配管116とレトルト115cの第3の開口部115dをどちらも気密に接続する。レトルト115cが第1の開口部103bに挿入されているときには配管116により、レトルトの第3の開口部115dと排気系とは気密に接続される。またレトルトを抜いて気密扉115bを閉じるときにはシリンダー23bにより配管116は待避位置に移動される。

【0574】なおこの例ではキャリアガス導入系115nは、レトルト115cと回収チャンバ115との間の空間の圧力を検出する圧力計gを備え、検出した圧力に応じてバルブを開閉してキャリアガスの流量を制御している。例えば第2の気密室103の圧力を検出し、この圧力よりも、レトルト115cと回収チャンバ115との間の空間の圧力がわずかに高くなるように調節すればよい。このようにすることにより、たとえレトルト11

5cとスリーブ103sとの間に隙間があっても、処理対象物体からのガス状排出物をレトルトの内部に導くことができる。

【0575】またこの例では気密扉115bは2重構造を採用している。この気密扉115bは、シリンダーにより開閉される。ジョイント115は、閉じるときのシリンダーの力をシリンダーの押す方向とほぼ直角に変換する。このような構成を採用することで、気密扉のパッキン115qがより強固に回収チャンバに押しつけられる。回収チャンバ115の気密扉のパッキン115qが当接する領域は水冷などにより冷却することが好ましい。

【0576】図43は本発明の処理装置の構成の別の例を示す図である。この例ではレトルト115bの第3の開口部115dの開口面を第2の開口面115fとそろえている。これにより、シリンダー23によって、レトルト115cの挿入動作と、レトルト115cと排気系との接続動作を同時に行うことができる。このようなレトルト115cの内部には処理対象物体からの蒸発物の凝縮を容易にするため、金網や乾式フィルターなどを配設してもよい。またこのような乾式フィルターは凝縮物と同一の材料で構成するようにしてもよい。例えば亜鉛鋼板から亜鉛を蒸発させる場合、乾式フィルターやレトルトそのものを亜鉛により構成すれば、回収後の後処理が容易になる。図44、図45はレトルト115cの進退動作をガイドするガイド機構の例を説明するための図である。図44ではレトルト115cの第2の開口部と平行な方向の断面図を、図45ではレトルトの進退方向と平行な方向の断面図を示している。この例では回収チャンバ115の内面に、レトルトの進退方向に沿ってガイドロール115gを配設している。このようなガイド機構によりレトルトの進退動作をより確実にすることができる。またこのガイドロールは金属で構成されており、レトルト115cと回収チャンバ115の熱伝導の一部を担っている。これによりレトルトの温度をより効果的に調節することができる。

【0577】図46は本発明の処理装置が備える湿式フィルターの断面構造を示す図である。この油膜フィルター711は筐体711a内に蒸気圧の小さな真空ポンプ用の油711oがたまっており、上下の開口部が筐体711aに気密に固定された布711cの下部がこの油711oに浸っている。油は毛細管現象により布711cの表面にそって被膜を作っている。回収チャンバ115やその他のフィルター手段で捕捉しきれなかった粉塵はこの布711cの油膜によりトラップされる。

【0578】本発明の処理装置では、上述したような回収チャンバ115と排気系との間にこのような油膜フィルター711を備えることが好ましい。これはレトルト115などで凝縮しきれなかった蒸発物や、一度凝縮した微粒子が排気系に到達するのを妨げるためである。こ

れにより真空ポンプの排気性能を維持することができる。また真空ポンプの寿命や、次のメンテナンスまでの期間を長くすることができる。

【0579】(実施形態20)本発明を適用してシュレッターダストの処理を行った。

【0580】自動車のシュレッターダストを試料として作成した。この試料は以下のような6種のフラクションからなっている。なお自動車はミニカ(三菱自動車工業製)を用いた。

【0581】

(1) 塩化ビニル (10wt%)

(2) ポリプロピレン (10wt%)

(3) ポリウレタン (10wt%)

(4) ゴム (10wt%)

(5) ポリウレタン (10wt%)

(6) その他 (50wt%)

(6)のフラクションはプレス処理を行った。このようなシュレッターダストを常圧熱分解(600°C、800°C)、減圧熱分解(600°C、800°C)で処理し、その熱分解残渣に含まれるダイオキシンの濃度を測定した。

【0582】図47は熱分解の処理条件を説明するための図である。600°Cの場合、常温から600°Cまで2時間で昇温し、600°Cで2.5時間保持した後、冷却した。800°Cの場合、常温から800°Cまで2.5時間で昇温し、その温度で2.15時間保持した後と冷却した。

【0583】なお、減圧熱分解の冷却の場合本発明の減圧置換が適用されているが、常圧熱分解の冷却の場合には本発明を適用せずに空気冷却した。さらにダイオキシンが残留している800°Cの常圧での熱分解残渣はさらに800°Cで減圧熱分解し、その熱分解残渣に含まれるダイオキシンの濃度を測定した(図中800°C熱分解Bのフラクション)。

【0584】図48にその測定結果を示す。測定はPCDDsとPCDFsとを別に行い、これらの和をダイオキシン濃度(n g/g)とした。また図中n. d. (not detected)はダイオキシンが検出されなかったことを示している。

【0585】このように本発明によれば、加熱残渣中のダイオキシンを大幅に低減することができる。特に常圧の熱分解では、800°Cで処理してもダイオキシンが残留しているが、この残渣を減圧下で再処理した場合には、ダイオキシンを除去することができる。ここではシュレッターダストを処理対象物体とした処理例について説明したが、土壌、焼却灰、汚泥などの場合にも同様の結果を得ることができる。本発明は廃棄物処理装置として一般工場用の少量処理などに適した手動式としても、自治体などの多量処理に適した連続処理炉としてもよく、処理コストに応じて組み合わせることができる。

【0586】なお本発明では土壌に含まれる鉛、カドミウム、水銀、亜鉛等の重金属も減圧して気化させることで土壌から分離することができた。これら重金属の処理対象物体からの分離回収については前述した本発明の処理装置により行うことができた。また土壌中の燐やシアンについても、その濃度を環境基準値以下に低減することができた。

【0587】(実施形態21)図49、図50、図51は本発明の処理装置の構成の別の例を概略的に示す図である。

【0588】図49、図50、図51では加熱処理室として常圧熱分解のための乾留チャンバ701と、減圧熱分解のための真空蒸発チャンバ702の2室を備えている。また加熱残渣を冷却するための冷却室703をその後段に配設している。そして、これらの処理室は真空扉によって開閉可能に隔てられている。

【0589】図49、図50、図51に例示した構成では、例えば土壌などの処理対象物体は乾留加熱チャンバ701へ導入され熱分解される、ついで真空蒸発チャンバ702へ導入され例えば砒素、カドミウム、鉛などの重金属を蒸発除去される。そして、処理対象物体の加熱残渣は冷却チャンバ703へ導入され前述同様の有機ハロゲン化物フリーかつ有機ハロゲン化物生成能を有しない雰囲気中で冷却される。系内の排気はブースターポンプ705、712、ロータリーポンプ706、713により行っている。処理対象物体のガス状排出物の処理は前述同様にガス処理装置により行う構成となっている。乾留加熱チャンバ701からのガス状排出物は、ガスクラッキング装置707、ガス状排出物中の蒸発物を凝縮回収するコンデンサ708を経てガス処理装置714に導入される。真空加熱チャンバ702からのガス状排出物はレトルト115cを備えた回収チャンバ709、油膜フィルター711を経てガス処理装置714へ導入される。ガス処理装置714は、ガスクラッキング装置715、ジェットスクラバ716、活性炭フィルター、排気ブロワ718を備えている。また図51の例ではガス処理装置714ではガスクラッキング装置715を省略している。また、ジェットスクラバ716に代えてガス状排出物を燃焼させるガス燃焼装置を、活性炭フィルタ717に代えてガス状排出物をアルカリ洗浄するアルカリシャワーを備えるようにしてもよい。

【0590】図49、図51では乾留加熱チャンバ701に処理対象物体を導入するためのローディングチャンバ704と乾留加熱チャンバを共通にしているが、個別に備えるようにしてもよい。また図51ではガス処理装置として油ジェットスクラバー708bを装備し、ここでガス状排出物中の油分を回収する構成となっているがコンデンサ708を備えるようにしてもよい。

【0591】(実施形態22)本発明は真空蒸発回収装置、より詳細には、真空炉における真空加熱処理により

発生する蒸発物から金属を回収するに当り、真空炉の温度を下げる必要のない高効率の真空蒸発回収装置に関するものである。

【0592】従来の真空蒸発回収装置においては、真空炉における真空加熱処理により発生する蒸発物からの金属回収に際し、真空炉の炉温を下げ、金属回収物を取り出し、その後再び炉温を上げて真空加熱処理を行うという手順を踏まなければならなかった。これは、真空炉と金属回収装置との間に存する真空扉のシール部に蒸発金属が付着するために真空シールが完全に行われず、その結果金属回収時に真空加熱炉に空気が流入してしまうために、回収作業を行うことができないからである。

【0593】上述したように従来の真空蒸発回収装置においては、蒸発物の回収に際して真空炉を冷却し、回収後再び炉内温度を上昇させる必要があるが、この冷却・加熱のために長期間（例えば4日間）、真空炉の運転を停止させなければならないという問題がある。

【0594】そこで本発明はそのような問題のない、即ち、蒸発物の回収に際して炉内温度を変化させる必要がないために連続運転が可能で、作業効率を大幅に向上させ、コスト的にも有利な真空蒸発回収装置を提供することを課題とする。

【0595】本発明はまた、粉体蒸発物が真空バルブ並びに真空ポンプに達して、真空バルブの真空シール性能を阻害したり、真空ポンプの故障を惹起したりする虞のない真空蒸発回収装置を提供することを課題とする。

【0596】本発明は、真空炉に真空扉を介して冷却機能を備えた冷却兼真空パージ室を設置し、前記冷却兼真空パージ室内に、その室内を進退し、前進時には前記真空扉を通過して前記真空炉内に臨むと共に後退時には前記真空パージ室から脱する蒸発物回収レトリートを配備し、前記回収レトリートをそれを進退させるシリンダーのシャフトに対し着脱自在にして成る真空蒸発回収装置、を以て上記課題を解決した。

【0597】本発明はまた、真空炉に真空扉を介して冷却兼真空パージ室を設置し、前記冷却兼真空パージ室に、フィルターを介して真空バルブ及び真空ポンプを設置したことを特徴とする真空蒸発回収装置、を以て上記課題を解決した。この場合のフィルターは、固体フィルター（ドライフィルター）と液体フィルター（湿式フィルター）を併用したものであることが好ましい。

【0598】本発明の実施の形態を添付図面に依拠して説明する。図52は本発明に係る装置の全体構成図で、本装置は真空炉1、真空炉1の蒸発物出口に設置される真空二重扉2、真空二重扉2を介して真空炉1に連設される冷却兼真空パージ室3、冷却兼真空パージ室3からのガス通路に接続される固体式粉体回収フィルター4及び液体式粉体回収フィルター5、並びに、真空バルブ6及び真空ポンプ7で構成される。

【0599】冷却兼真空パージ室3内には、挿入シリン

ダー23の作用で進退動作する回収レトリート21が挿入される。挿入シリンダー23には、冷却兼真空パージ室3の端部開口部を真空シールする真空扉32が設置されると共に、移動シリンダー31のシリンダーシャフトが接続される。回収レトリート21は、この移動シリンダー31の伸動作に伴って冷却兼真空パージ室3外に引き出される。

【0600】図53は真空二重扉2及び冷却兼真空パージ室3の詳細を示すもので、真空二重扉2は、断熱材10で包囲された真空炉1と、これに連設される冷却兼真空パージ室3との間に設置される。真空二重扉2は、真空炉1側に配置される断熱真空扉12とその反対側に配置される真空扉13とを合わせた二重扉で、扉ケース14上に設置された開閉シリンダー15の作用で昇降し、下降時に冷却兼真空パージ室3への通路を気密状態に閉塞する。冷却兼真空パージ室3には未回収蒸発物流出口17が設置され、未回収蒸発物流出口17から延びるガス通路に固体式粉体回収フィルター4が設置される。

【0601】金属蒸発物を回収するための筒状の回収レトリート21は、冷却兼真空パージ室3から開状態の真空二重扉2を経て真空炉1に達するように挿入される。回収レトリート21は、真空炉1の加熱部に臨む開口された前端部を有して、そこから真空炉1内で発生する蒸発ガスが回収レトリート21内に入り込めるようになって、回収レトリート21の後端部側面には開口部が設けられ、そこに金属製のネット22が張設されてレトリート内外の通気が可能にされる。なお、冷却兼真空パージ室3の周壁を二重にし、そこを、冷却水が通流し得るようにすることにより、熱交換機能を持たせることが好ましい。

【0602】回収レトリート21の後端面には、回収レトリート21を冷却兼真空パージ室3から真空炉1内へ進行させるための挿入シリンダー23のシリンダーシャフト24が、着脱自在に係着される。その係着手段としては、図55に例示するように、回収レトリート21の後端面に、シリンダーシャフト24が移動し得る幅の長孔26を設けた取付板27を、その後端面との間に間隙28を保持して取り付け、一方、シリンダーシャフト24の先端部にこの長孔26の幅よりも大なる係止部29を設けるという構成が考えられる。

【0603】この場合、ホイスト等を用いて回収レトリート21を吊上げた状態で操作し、係止部29を間隙28に挿入してシリンダーシャフト24を長孔26にずらし入れれば、係止部29が長孔26の端縁に引掛かるため、シリンダーシャフト24が取付板27を介して回収レトリート21の後端面に係着されることとなり、シリンダーシャフト24の動きに追従して回収レトリート21が水平方向に移動可能となる。なお、シリンダーシャフト24には、蛇腹カバー30が被装される。

【0604】挿入シリンダー23は、それに取り付けら

れた真空扉32を介し、移動シリンダー31の作用で架台18上を往復動するシリンダー支持ブロック33に固定され、以てシリンダー支持ブロック33の動きに伴って架台18上を移動する。即ち、シリンダー支持ブロック33は、ローラー34を有して架台18のテーブル35上を移動自在に構成された移動台36上に設置され、移動シリンダー31は架台18におけるテーブル35の下側に配置され、そのシリンダーシャフトが移動台36に固定される。

【0605】図54に示すように、真空扉32は挿入シリンダー23のフランジ部に固定され、シリンダーシャフト24の挿通部に真空シール32aを備えると共に、冷却兼真空パージ室3の端部フランジ3aに密着するパッキン32bを備え、以て冷却兼真空パージ室3を真空シールする。

【0606】挿入シリンダー23は、真空二重扉2の開動作後、移動シリンダー31の伸動作端において架台18の後端部(図53における右端)に達するが、この後退端において回収レトリート21の交換作業が行われる

(以下この位置を「第1停止点」という)。新しい回収レトリート21は、例えば上述したような係着手段によって挿入シリンダー23のシリンダーシャフト24に取り付けられる。新しい回収レトリート21の取付作業が終了すると、移動シリンダー31の縮動作によって移動台36が前進する(図53において左方向へ移動する)。

【0607】それに伴い、回収レトリート21は冷却兼真空パージ室3内に進出し、移動シリンダー31の縮動作端において停止して待機する。この待機位置において、回収レトリート21の前面は、その際冷却兼真空パージ室3を閉塞している真空二重扉2の直前に位置し(以下この位置を「第2停止点」という)、真空扉32は冷却兼真空パージ室3の端部フランジ3aに密着してそこを真空シールする。

【0608】次に、上記構成の装置の作用について更に詳述する。上述したように、移動シリンダー31の伸動作によって移動台36が架台18の端部に達した時点

(第1停止点)で、挿入シリンダー23のシリンダーシャフト24に新しい回収レトリート21が取り付けられる。そして、移動シリンダー31の縮動作に伴い、回収レトリート21は冷却兼真空パージ室3内を進行し、移動台36の前進端、換言すれば、回収レトリート21の先端開口面が真空二重扉2の直前に達したところで停止する(第2停止点)。その際真空二重扉2は閉じている。

【0609】回収レトリート21が第2停止点に達した時点で真空扉32の作用で冷却兼真空パージ室3内が気密状態に保持された後、真空バルブ6が開いて真空ポンプ7が動作し、冷却兼真空パージ室3内が真空炉1内と同程度の真空度にされる。その後開閉シリンダー15が動作して真空二重扉2が開かれると共に、挿入シリンダー23が動作して回収レトリート21の開口部を真空炉1内

に臨ませる。真空炉1内においては、処理物が適宜真空度下において加熱処理され、金属蒸発物が発生するが、その蒸発物は真空二重扉2に向かうことなく回収レトリート21内に流入していく。従って、蒸発物が真空二重扉2に付着してその真空シール性能を阻害劣化させる事態の発生を回避することができる。

【0610】蒸発物の回収終了後、回収レトリート21は挿入シリンダー23の作用で第2停止点まで引き出され、その後開閉シリンダー15の作用で真空二重扉2が閉じられる。そこで、冷却兼真空パージ室3内にチッ素ガス等の不活性冷却ガスが供給され、回収金属が酸化して燃焼する虞のない温度にまで冷却される。このように本発明に係る装置においては、真空炉1と冷却兼真空パージ室3とを真空二重扉2で遮断した後、真空炉1内は高温に維持したまま、冷却兼真空パージ室3内のみを冷却するので、従来の場合のように真空炉1を冷却するための無駄な時間を省くことができる。

【0611】回収金属が十分に冷却された後、冷却兼真空パージ室3内に更にチッ素ガス等が供給され、室内の圧力が外部の圧力と同じになるように圧力調整される。この圧力調整終了後、移動シリンダー31の動作に伴って真空扉32が開き、回収レトリート21が第1停止点に引き出される。そこで回収レトリート21が挿入シリンダー23から外され、別途蒸発金属の回収が行われる。以後上記手順が繰り返される。

【0612】次に、冷却兼真空パージ室3から真空ポンプ7に至る経路の構成について説明する。本発明に係る装置においては、真空炉1において真空蒸発した粉体が、回収レトリート21を通過して蒸発物流出口17に流入し、真空バルブ6のシール部や真空ポンプ7内に入り込んで真空シールのシール性を阻害したり、真空ポンプ7の故障の原因になったりすることを防止するための手投が講じられている。即ち、回収レトリート21の蒸発物出口に金属製のネット22が張られると共に、蒸発物流出口17と真空バルブ6の間に、固体式と液体式のフィルターが二重に設置される。

【0613】固体式フィルター4は、金網フィルターやセラミックボール等で構成される。真空ポンプ7の吸力が余り強くない場合はこの固体式フィルター4だけでも足りるが、その吸引力がある程度以上に強くなると、粉体は固体式フィルター4を通り抜けて、真空バルブ6や真空ポンプ7にまで達してしまう。そこで本発明では、固体式フィルター4の後に液体式フィルター5を配置する。この液体式フィルター5は、粉体を液体又は液体膜に導き入れることによって回収するものである。

【0614】粉体の量が少ないときは、固体式フィルター4を用いずに液体式フィルター5だけ用いることもあるが、粉体の量が多い場合や粒子が大きい場合等には、固体式フィルター4と液体式フィルター5とを併用する必要がある。

【0615】本発明は上述した通りであって、真空蒸発物を回収した回収レトリートを真空炉から冷却兼真空パーージ室内に引き出した後、真空炉と冷却兼真空パーージ室とを真空扉で遮断し、その後冷却兼真空パーージ室内のみを冷却するので、真空炉を冷却し、再び加熱するという長期間を要する作業を省略することができる。そのため、作業を高効率に且つ低コストにて行うことができ、省エネ化に資する効果がある。

【0616】また、回収レトリートが真空扉を経て真空炉の炉体面に接するため、真空炉において発生する蒸発物の殆どが回収レトリート内に進入することとなり、蒸発物が真空扉に付着してその真空シール性能を阻害する虞がなくなる効果がある。

【0617】本発明においては、粉体蒸発物が真空バルブ及び真空ポンプに達することを防止し、以て真空バルブの真空シール性能を阻害したり、真空ポンプの故障を招いたりする事態の発生を回避し得る効果がある。

【0618】また本発明においては、真空扉が二重になっているため、仮に一方の真空扉に異常があっても、他方の真空扉だけで役目を果たすことができ、そのまま運

転を継続し得る効果がある。
【0619】(実施形態23) ダイオキシン、PCB、コプラナPCB等の有機ハロゲン化物の環境への拡散とその影響が大きな社会問題となっている。例えば廃棄物を燃焼処理、熱分解処理した加熱残渣(灰、チャー、カーボン)にはダイオキシン類などの有害な有機ハロゲン化物が残留している。また例えばごみ焼却場、産業廃棄物処分場の周辺土壌等から高濃度のダイオキシン類が検出されており、住民の健康への悪影響が深刻に懸念されている。また土壌、汚泥などにも有機ハロゲン化物は含まれている。

【0620】このように廃棄物の加熱残渣や、特殊条件における土壌、汚泥などの固体、液体中にはダイオキシン類などの有機ハロゲン化物、または重金属などが残留しているものが多い。

【0621】これら有機ハロゲン化物または重金属を含む有害物質を除去する方法としては、有機ハロゲン化物を含有する処理対象物体を高温度加熱したり、約1500°C前後の高温で溶融処理することにより有機ハロゲン化物濃度を低減する手法が提案されている。しかしながらこのような方法は、高価で大規模な設備が必要となること、ランニングコストが高いこと等の問題がある。さらに、常温からダイオキシンの分解温度に達するまでの間に発生するダイオキシンについては対応することができないという問題がある。焼却施設周辺など、ダイオキシン等の有機ハロゲン化物、As、Hg、Cd、Pb、Cr⁺⁺⁶などが降りそそいだ土壌などの効果的な処理技術は確立されていない。

【0622】また、燃焼(焼却)等で都市ゴミなどを処理する場合、完全燃焼することができれば有機ハロゲン

化物の生成を低減することができる。しかしながら、量が多く不均質な処理対象物体を完全燃焼することは非常に困難である。また完全燃焼することが可能だとしても所定の温度へ到達するまでの間に、ダイオキシン類などの有害な有機ハロゲン化物は生成してしまう。

【0623】焼却や熱分解などの処理対象物体の加熱処理の残渣である加熱残渣にはダイオキシン類などの有機ハロゲン化物が残留しており、加熱残渣に残留する有機ハロゲン化物濃度を低減、除去する加熱処理の技術を確立することが求められている。

【0624】ところで、ダイオキシンが生成されるためにはベンゼン核の炭素と結合する反応性の塩素原子と、ベンゼン核を結合する酸素が存在することが必要となる。熱分解に際してダイオキシンが生成されることを抑制するためには、熱分解炉内におけるこれらの反応性の塩素原子と酸素の量をコントロールすることが有効と考えられる。しかしながら従来このような視点からダイオキシンの発生を防止するために好適な熱分解炉は提案されていない。特に所定の加熱温度までの昇温過程における比較的低温時(常温~500°C)におけるダイオキシン類、コプラナPCB等の有機ハロゲン化物の生成抑制、並びに、残灰等の加熱残渣中に残留する有機ハロゲン化物の低温での分解などを実現する技術は未だ確立されていない。

【0625】本発明はダイオキシン等の有機ハロゲン化物で汚染された土壌から清浄な土壌を生産する土壌の生産方法、土壌の処理装置を提供することを目的とする。

【0626】また本発明は地方自治体のゴミ焼却施設や工場等からでる残灰などの加熱残渣、残液、煤塵等に含まれるダイオキシン、これらに汚染された土壌、汚泥などから安全で確実にダイオキシンを除去することができる処理方法及び処理装置を提供することを課題とする。

【0627】このような課題を解決するため本発明は以下のような構成を採用している。本発明の土壌の生産方法は、有機ハロゲン化物を第1の濃度で含有する第1の土壌から、前記有機ハロゲン化物を第1の濃度より低い第2の濃度で含有する第2の土壌を生産する土壌の生産方法において、前記第1の土壌を気密領域に導入し、前記第1の土壌を減圧下で加熱することにより前記有機ハロゲン化物の少なくとも一部を熱分解する、ことを特徴とする。処理対象物体は前記有機ハロゲン化物の分解温度以上、または沸点以上に加熱される。前記有機ハロゲン化物としては、例えばダイオキシン類、PCB、コプラナPCBなどをあげることができる。

【0628】さらに、前記土壌の熱分解により生じたガス状排出物中のハロゲン濃度を低減する工程をさらに有するようにしてもよい。これによりガス状排出物中で有機ハロゲン化物が生成、再生成する可能性を低減することができる。

【0629】前記第1の土壌の熱分解残渣は、前記気密領域内を実質的に前記有機ハロゲン化物フリーかつ有機ハロゲン化物生成能を有しない置換ガスで置換した後に冷却するようにしてもよい。これにより冷却に伴ってダイオキシンなどの有機ハロゲン化物が残渣中に固定されるのを防止することができる。

【0630】このような実質的に前記有機ハロゲン化物フリーかつ有機ハロゲン化物生成能を有しない置換ガスの形態としては、例えば、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、窒素、及び水素からなる群から選択された少なくとも1種のガス、これらの混合ガス、これらのガスまたは混合ガスを主体としたガスをあげることができる。

【0631】前記熱分解工程は、前記気密領域内の酸素濃度を制御しながら行うようにしてもよい。これにより処理対象物体の不均一さ、部分燃焼などにかかわらずガス状排出物の生成量の変動を抑制し、ガス状排出物の処理をより確実に、かつ効率的に行えるようになる。また酸素濃度、ハロゲンの濃度を抑制することによりダイオキシン生成を防止することもできる。

【0632】本発明の土壌の生産方法は、有機ハロゲン化物を第1の濃度で含有する第1の土壌から、前記有機ハロゲン化物を第1の濃度より低い第2の濃度で含有する第2の土壌を生産する土壌の生産方法において、前記第1の土壌を前記有機ハロゲン化物の少なくとも一部が蒸発または分解するように加熱し、前記土壌の加熱残渣を気密領域に導入し、前記気密領域内を実質的に前記有機ハロゲン化物フリーかつ有機ハロゲン化物生成能を有しない置換ガスで置換した後に前記土壌の加熱残渣を冷却することを特徴とする。

【0633】また本発明の土壌の生産方法は、有機ハロゲン化物を含む土壌を減圧下で熱分解することを特徴とする。減圧下では分子の平均自由行程が長く、また系内が非酸化雰囲気に保たれるために、ダイオキシンなどの有機ハロゲン化物の生成、再生成を防止することができる。また、減圧下では有機ハロゲン化物自体の分圧も小さいので加熱残渣に残留するダイオキシン濃度を小さくすることができる。

【0634】例えば、ゴミ処理施設や工場等からでる残留ダイオキシンを含む土壌、加熱残渣、蒸し焼き品、残灰、残液、煤塵等を、常圧下から減圧しつつかつ昇温させつつ熱処理することによりダイオキシンを効果的に処理することができる。また、前記土壌の熱分解により生じたガス状排出物のハロゲン濃度を低減するようにしてもよい。

【0635】本発明の土壌処理装置は、有機ハロゲン化物を含有するか、または、加熱により有機ハロゲン化物を生成可能な土壌を処理する土壌処理装置において、前記土壌を加熱する手段と、気密領域と、前記土壌の加熱残渣を気密領域に導入する手段と、前記気密領域内を実

質的に前記有機ハロゲン化物フリー（有機ハロゲン化物が欠乏していること）な置換ガスで置換する手段と、記加熱残渣を冷却する手段と、を具備したことを特徴とする。本発明では、燃焼、熱分解、減圧熱分解を問わず、処理対象物体である土壌を加熱した後、気密領域内でバージ、冷却するのである。前記置換手段は、前記置換ガスを、前記気密領域内を減圧した後に導入するようにしてもよい。

【0636】また、前記土壌の加熱により生じるガス状排出物中に含まれるハロゲンと化合物を形成する金属、または前記ガス状排出物中のハロゲンを吸着する吸着材が配置されたハロゲン除去手段をさらに具備するようにしてもよい。

【0637】また前記土壌の加熱により生じるガス状排出物をダイオキシンが分解するような第1の温度で改質する改質手段と、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように前記ガス状排出物を第2の温度まで冷却する冷却手段と、をさらに具備するようにしてもよい。前記冷却手段としては、前記ガス状排出物に油を噴射して急冷するようにしてもよい。

【0638】すなわち本発明の処理方法は、有機ハロゲン化物を含む処理対象物体を減圧下で熱分解することを特徴とするものである。なお土壌、焼却飛灰等の処理対象物体に有機ハロゲン化物だけでなく重金属等が含まれている場合には、有機ハロゲン化物を処理した後に系内を温度、圧力を調節してこれら重金属が蒸発させる。蒸発させた金属は前述したような回収チャンバにより凝縮して回収すればよい。また土壌、焼却飛灰等の処理対象物体の減圧または加熱により生じるガス状排出物についても同様の方法で処理系へ導入するようにすればよい。

【0639】また本発明の処理装置は、有機ハロゲン化物を含むか、または、加熱により有機ハロゲン化物を生成可能な処理対象物体を処理する処理装置において、前記処理対象物体を加熱する手段と、気密領域と、前記加熱残渣を気密領域に導入する手段と、前記気密領域内を実質的に前記有機ハロゲン化物フリー（有機ハロゲン化物が欠乏していること）な置換ガスで置換する手段と、前記加熱残渣を冷却する手段と、を具備したことを特徴とする。

【0640】前記加熱手段としては、前記処理対象物体を燃焼する燃焼炉、前記処理対象物体を熱分解する熱分解炉、前記処理対象物体を減圧下で熱分解する減圧熱分解炉等をあげることができる。

【0641】本発明の処理装置は、処理対象物体を常圧下から減圧しつつ熱分解（蒸し焼き）処理するにあたり、熱分解温度を制御可能にした炉、あるいは、熱分解温度の異なる複数の減圧炉を通過させることを特徴とする。例えば、炉の圧力をほぼ一定に処理し、温度を変化させながら処理対象物体の熱分解を行うようにしてもよ

い。

【0642】また、処理対象物体を熱分解処理する熱分解温度の制御を可能にした炉を設け、前記炉内を常圧から所定真空度に変化させてその真空度を維持し得るようにしたことを特徴とする。例えば炉内の温度をほぼ一定に保持し、圧力を変化させながら処理対象物体の熱分解を行うようにしてもよい。

【0643】また処理対象物体を熱分解処理する常圧炉及び複数の減圧炉を連設し、前記各炉における熱分解温度を後段にいくにしたがって高くなるように設定してもよい。

【0644】前記減圧炉と接続して配設され、前記処理対象物体の熱分解により生じるガス状排出物に含まれるハロゲンと化合物を形成する金属、または前記ガス状排出物中のハロゲンを吸着する吸着材を内部に保持したハロゲン除去手段をさらに具備したことを特徴とする。ハロゲン除去手段の例えばハロゲンをトラップする金属、分解する触媒などが装填された部分は、常温～約1000℃程度の範囲、より好ましくは約400℃～約1000℃の範囲でほぼ恒温に保持するようにしてもよい。ハロゲンを吸着する部分は低温に保持することが好ましい。

【0645】また本発明では、ゴミ処理施設や工場等からでる残留ダイオキシンを含む加熱残渣を減圧させつつ、かつ加熱しつつ処理するようにしてもよい。またゴミ処理施設や工場等からでる残留ダイオキシンを含む蒸し焼き品、残灰、残液、煤塵等を、常圧下から減圧しつつかつ昇温させつつ処理するようにしてもよい。

【0646】また本発明では、密閉可能な熱分解炉のガス出口に配した加熱状態の還元手段にガス状排出物を導入することによって前記ガス状排出物を分解して還元し、前記還元手段の下流側の酸素、酸化物ガス、塩素、塩化物ガスの少なくとも一つのガス濃度を計測し、その計測値に応じて前記熱分解炉内の温度、圧力、酸素濃度等を制御するようにしてもよい。

【0647】本発明では、有機ハロゲン化合物とは、ダイオキシン類、PCB、コプラナPCB、DDT、トリクロエチレン、トリハロメタン等を含むものとする（図6参照）。

【0648】また本発明では特に説明しないかぎり、ポリ塩化ダイベンゾパラダイオキシン（Polychlorinated dibenzo-p-dioxins：PCDDs）、ポリ塩化ダイベンゾフラン（Polychlorinated dibenzofurans：PCDFs）およびこれらの塩素数および置換位置の異なる同族体を総称してダイオキシンという。さらにダイオキシンの塩素をフッ素、臭素などほかのハロゲンで置換した化合物も本発明でいう有機ハロゲン化合物に含まれる。

【0649】処理対象物体の加熱残渣中のダイオキシン

類、PCB、コプラナPCBなどの有機ハロゲン化合物の濃度を低減するためには、このような有機ハロゲン化合物の少なくとも一部が分解するような温度で処理対象物体を加熱するとともに、処理対象物体を、できるかぎり有機ハロゲン化合物、および有機ハロゲン化合物生成能を有する物質の濃度の低い雰囲気中で冷却することが重要である。

【0650】一方、処理対象物体の加熱により生じるガス状排出物についても、ダイオキシン類の濃度、例えばハロゲンなどダイオキシンを生成可能な物質の濃度をできるかぎり低減することが好ましい。

【0651】処理対象物体の冷却の際に、冷却雰囲気に有機ハロゲン化合物が共存していると、この有機ハロゲン化合物は処理対象物体中に固定されてしまう。また処理対象物体の冷却の際に、有機ハロゲン化合物を生成しうる材料物質が共存していると、冷却の過程で有機ハロゲン化合物が合成ないしは再合成され、やはり残渣に有機ハロゲン化合物が残留してしまうことになる。

【0652】したがって本発明においては、有機ハロゲン化合物を含有するか、または加熱により有機ハロゲン化合物を生成する処理対象物体を処理するにあたり、燃焼、熱分解などの加熱を行った後、この加熱残渣を有機ハロゲン化合物、および有機ハロゲン化合物生成能を有する物質の濃度を低減した状態で冷却する。このため加熱残渣の冷却は、例えば有機ハロゲン化合物の材料物質を含まない冷却ガスでパージされた雰囲気で行うようにすればよい。したがって冷却ガスとしては、ハロゲン、酸素、有機化合物を含有しないガスを用いることが好ましく、例えばアルゴン等の希ガス、窒素などを用いることができる。

【0653】処理対象物体としては例えば都市ゴミ、都市ゴミの焼却灰、ダイオキシンやPCB等の有機ハロゲン化合物に汚染された土壌、汚泥、農産物、水産物、またシュレッダーダスト、廃家電製品、各種廃棄物等をあげることができる。

【0654】本発明の処理方法は、加熱により有機ハロゲン化合物を生成可能な処理対象物体を処理する処理方法において、前記処理対象物体を加熱し、前記加熱残渣を気密領域に導入し、前記気密領域内を実質的に前記有機ハロゲン化合物フリーかつ有機ハロゲン化合物生成能を有しない置換ガスで置換し、前記加熱残渣を冷却する、ことを特徴とする。

【0655】また本発明の処理方法は、加熱により有機ハロゲン化合物を生成可能な処理対象物体を処理する処理方法において、前記処理対象物体を加熱し、前記加熱残渣を気密領域に導入し、前記気密領域内を実質的に前記有機ハロゲン化合物フリー（有機ハロゲン化合物が欠乏していること）な置換ガスで置換し、前記加熱残渣を冷却することを特徴とする。ここで「有機ハロゲン化合物フリー」とは、有機ハロゲン化合物が欠乏していることを意味

する。置換ガスの形態としては、希ガス、窒素、水素、またはこれらの混合ガスなどをあげることができる。また酸素濃度が問題にならない範囲では空気を置換ガスとし用いることも可能である。

【0656】前記処理対象物体の加熱の形態としては、例えば燃焼、熱分解などをあげることができる。このような加熱は酸素濃度を調節しながら行うようにしてもよい。また熱分解は減圧、加圧など気密領域内の圧力を調節しながら行うようにしてもよい。前記気密領域内への前記置換ガスの導入は、前記気密領域内を減圧した後に行うようにしてもよい。

【0657】また前記処理対象物体の加熱により生じるガス状排出物についても、ダイオキシンなどの有機ハロゲン化物の濃度を減ずるための処理を施す。

【0658】このような処理としては、例えば前記ガス状排出物をダイオキシンが分解するような第1の温度で改質し、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように前記ガス状排出物を第2の温度まで冷却するようにしてもよい。

【0659】処理対象物体の加熱により生じた前記ガス状排出物の冷却は、前記ガス状排出物に油を噴射して急冷するようにしてもよい。これにより、有機ハロゲン化物の再合成を抑制することができるとともに、改質されたガス状排出物中の炭化水素等をトラップすることができる。

【0660】さらに、油を噴射して冷却したガス状排出物は、再びダイオキシンなどの有機ハロゲン化物が分解するような高温に再加熱し、この後冷却水を噴射して急冷するようにしてもよい。この冷却水はアルカリ性にするようにしてもよい。

【0661】また、処理対象物体の加熱により生じたガス状排出物に含まれる塩素などのハロゲンの濃度を低減するようにしてもよい。例えば熱分解炉の後段にガス状排出物中のハロゲンを除去するハロゲン除去装置等を配設するようにしてもよい。ハロゲン除去装置の形態としては、例えばチャンバ内にガス状排出物中の塩素と反応して塩化物を構成する鉄などの金属、ドライ粉及び／または水酸化カルシウムなどの化合物を装填したものがある。またチャンバ内にガス状排出物中のハロゲンの固定反応や、ガス状排出物中の有機ハロゲン化物の分解を促進する触媒などを装填してもよい。さらにガス状排出物に含まれるハロゲンを吸着する吸着材を装填するようにしてもよい。これらのハロゲン除去装置の構成は複数組み合わせるようにしてもよい。

【0662】なお、ハロゲン除去のためにゼオライトなどの吸着材を用いる場合、吸着効率を向上するためには、吸着材をなるべく低温に維持することが好ましい。この場合、ガス状排出物は吸着材が装填されたチャンバ内で冷却されることになるが、この冷却はガス状排出物の温度がダイオキシン類などの有機ハロゲン化物の再生

温度範囲への滞留時間ができるだけ短くなるように急速に行うことが好ましい。

【0663】上述した、ダイオキシンなどの有機ハロゲン化物のガス状排出物中の濃度を減ずるための各種処理は複数組み合わせる用いるようにしてもよい。

【0664】このような処理を実現する本発明の処理装置としては、例えば、処理対象物体を気密に保持することができる気密領域と、前記気密領域の温度を調節する手段と、前記気密領域内のガスを置換するための置換手段と、前記処理対象物体の加熱残渣を冷却するための冷却手段とを備えるようにすればよい。また気密領域内を減圧するようにしてもよい。

【0665】置換手段は、単に気密領域内のガスを置換するだけではなく、気密領域内を減圧して排気したうえで、置換ガスを導入するようにしてもよい。この排気系はガス置換以外の気密領域内の減圧に用いることもできる。

【0666】さらに気密領域内で処理対象物体を移動するための移動手段を備えるようにしてもよい。この移動手段としては、ロータリーキルン、スクリュコンベア、トレイブッシャードロー、ローラーハウスなどを備えるようにしてもよい。

【0667】また気密領域内部のガスを温度調節しながら循環させるガス循環装置を設けるようにしてもよい。ガス循環装置としては、例えば気密領域（チャンバ）と連なったバイパスを設け、このバイパスに循環ポンプ、温度調節装置または熱交換器、ガス流に含まれる粉塵、ミスト等を除去するフィルタ手段等を備えるようにすればよい。これらは、フィルタ、温度調節装置、循環ポンプの順に配設するようにしてもよい。とくにフィルタは循環ポンプ、温度調節装置の前段に配設することが好ましい。フィルタとしては例えば油膜を用いるようにしてもよい。前述したような本発明の処理方法、処理装置は、減圧熱分解炉に限ることなく、焼却炉、常圧熱分解炉等の加熱炉における処理にも適用することができる。

【0668】例えば従来の焼却炉、常圧熱分解炉の後段に本発明の処理装置を付帯させることができる。したがって焼却炉で大量に発生する焼却残渣から安全にかつ効果的にダイオキシンなどの有機ハロゲン化物等を除去することができる。

【0669】毒性を有する有機ハロゲン化物の環境中への拡散は深刻な問題であり、焼却設備を新たな処理設備に建て替えるには、莫大な費用と時間を要し、なおかつ日々発生する廃棄物の処理も行わなければならない。本発明は現状の焼却設備に付帯設備として適用することも可能である。したがって、現状の設備を利用しつつ、有機ハロゲン化物生成能を有する処理対象物体を処理することができる。

【0670】本発明の土壌の生産方法は、有機ハロゲン化物を第1の濃度で含有する第1の土壌から、前記有機

ハロゲン化物を第1の濃度より低い第2の濃度で含有する第2の土壌を生産する土壌の生産方法において、前記第1の土壌を気密領域に導入する工程と、前記第1の土壌を減圧下で加熱することにより前記有機ハロゲン化物の少なくとも一部を熱分解する工程と、を有することを特徴とする。

【0671】前記第1の土壌の熱分解残渣は、前記気密領域内を実質的に前記有機ハロゲン化物フリーかつ有機ハロゲン化物生成能を有しない置換ガスで置換した後に冷却することが好ましい。

【0672】これは前述のように、処理対象物体の冷却の際に冷却雰囲気中に有機ハロゲン化物が共存していると、この有機ハロゲン化物は処理対象物体中の加熱残渣中に固定されてしまうためである。加熱により有機ハロゲン化物が蒸発したり、有機ハロゲン化物が生成する処理対象物体の加熱残渣から有機ハロゲン化物を除くためには、有機ハロゲン化物を含んでいる加熱雰囲気ガスを置換するか、減圧などにより有機ハロゲン化物、および有機ハロゲン化物生成能を有する物質の濃度を低減した状態で加熱残渣を冷却することが大切である。したがって、第1の土壌の熱分解残渣の冷却を有機ハロゲン化物、または有機ハロゲン化物の生成能を有する物質の濃度を低減した状態で行うことにより、第1の土壌の加熱残渣である第2の土壌に残留する有機ハロゲン化物の濃度を低減、除去することができる。

【0673】なお、第1の土壌の熱分解は、前記気密領域内の酸素濃度を制御しながら行うようにすることが好ましい。例えば気密領域内の酸素濃度を測定し、測定した酸素濃度に応じて気密領域内の酸素濃度を調節するようにすればよい。また前記酸素濃度の制御は、前記気密領域内に還元性のキャリアガスまたは還元剤を導入することにより行うようにしてもよい。

【0674】このように気密領域内の酸素濃度を能動的に制御することにより、処理対象物体が不均質な場合であっても、安定した状態で熱分解することができる。また気密領域内を還元性雰囲気中に保持しながら熱分解を行うことにより、ダイオキシンなどの有機ハロゲン化物の生成を抑制することができる。さらに気密領域内を減圧することにより、分子間の平均自由行程がより長くなり、ダイオキシン等の有機ハロゲン化物の生成確率を低減することができる。

【0675】また前述の第1の土壌に、例えば重金属などの金属が含まれている場合には、この土壌を加熱、減圧して金属を気化させて回収するようにしてもよい。このようにすることにより、土壌が水銀、カドミウム、亜鉛、鉛、砒素、などで汚染されている場合でも、このような金属を土壌から分離、回収することができる。また6価クロムなどは例えば3価のクロムに還元することができる。このような金属回収は前述した回収チャンバを用いて回収することができる。なお本発明は汚染土壌に

限ることなく、焼却灰、汚泥、廃液、農産物、水産物などの処理にも同様に適用することができる。本発明により処理した土壌は多孔質なカーボンなど無機成分を多く含むため、土壌として用いるだけでなく、有効な土壌改良剤として用いることもできる。また例えば腐葉土、コンポストなどの有機物と混合して用いるようにしてもよい。

【0676】(実施形態24)図56、図57は本発明の処理装置の構成の例を示す図である。この処理装置では例えばダイオキシン類などの有機ハロゲン化物を含む土壌や焼却灰などを処理することができる。

【0677】この処理装置では、減圧加熱炉71と排気系との間に、改質ユニット72および回収ユニット73を備えている。排気系はブースターポンプ74、pHを調整可能な封液循環系を備えた水封ポンプ75、ロータリーポンプ76とから構成されている。排気系の後段には排気系からの排ガスを処理する排ガス処理系が配設されている(図57)。

【0678】減圧加熱炉71は排気系により系内を減圧しながら処理対象物体を加熱することができる。減圧加熱炉71は処理対象物体を収容するチャンバ71a、チャンバ71aを加熱するヒータ71b、チャンバ内の圧力を計測する真空計71c、チャンバ内の温度を計測する熱電対71d、キャリアガスの流量を制御する流量計71eを備えている。キャリアガスは例えば窒素、希ガス、水素等を必要に応じて用いるようにすればよい。これらのキャリアガスの流量により系内の酸素濃度を調節するようにしてもよい。またこれらのキャリアガスは処理対象物体の加熱残渣の有機ハロゲン化物フリーな冷却ガスとしても用いられる。改質ユニット72のチャンバ72aはヒータ72bにより加熱され、チャンバ72a内を流通する処理対象物体のガス状排出物をクラッキングすることができる。この高温での改質によりガス状排出物中に含まれるダイオキシン類、PCB類、コプラナPCBなどのような有害物質も分解される。本発明の処理装置ではこのようなガス状排出物の改質部を減圧加熱炉と排気系との間に備えることにより、ガス状排出物の改質を減圧下で行うことができる。またこの例ではチャンバ72a内には有機ハロゲン化物を分解したり、分解を促進したり、合成が抑制されるような触媒72cが装填されている。ここではアルミナやセラミクスからなる担体にニッケルを含浸させた触媒を用いているが、触媒の種類は必要に応じて用いるようにすればよい。なお減圧加熱炉71と改質ユニット72との間は、ガス状排出物が凝縮しないように保温された配管71fで接続されている。また本発明においてはこの改質ユニット72が所定の運転条件に到達した後に処理対象物体の加熱を行うことが好ましい。例えば改質を加熱により行う場合、改質ユニット内の温度が、ガス状排出物の改質を行う設定温度に到達した後に、減圧加熱炉71で処理対象物体

を加熱すればよい。このため、改質ユニットの温度を検出する手段と、検出された温度に応じて前記減圧加熱炉内を加熱する手段と、を備えるようにしてもよい。また改質ユニットにおける改質温度等の設定値を保持する手段（例えばメモリ）と、改質ユニットの温度を検出する手段と、検出された温度と前記設定値とを比較し、比較の結果に応じて前記減圧加熱炉内を加熱する手段と、を備えるようにしてもよい。改質ユニット72で改質されたガス状排出物は回収ユニット73に導入される。

【0679】この回収ユニット73は内部に管状のレトリルトが装填された回収チャンバ73aと、改質ユニット73のチャンバ72aと回収チャンバ73aとを開閉可能に隔てる気密扉73bとを備えている。気密扉73bはシリンダー73cによって開閉動作を行う。この回収ユニットの構成は、例えば図8、図9、図42、図43と同様である。すなわち気密扉73bが開いているときにはレトリルトが回収チャンバ73cからチャンバ72a側へ挿入される。この挿入されたレトリルトにより気密扉73bは遮蔽されて保護される。またレトリルトを交換するときには、レトリルトを回収チャンバ73a側へ抜いて、気密扉73bを閉じ、さらに回収チャンバと排気系との間のバルブを閉じる。これにより減圧加熱炉71、改質ユニット72の状態を保ちながら、レトリルトを外部へ取り出し、凝縮物を回収することができる。本発明では処理対象物体中に含まれる金属についても、処理対象物体から分離し、この回収ユニットで回収することができる。例えば汚染土壌や焼却飛灰中に鉛、亜鉛、カドミウムなどの重金属が含まれている場合でも、減圧加熱炉71で減圧下で沸点以上に加熱して気化させ、回収ユニット73で金属状態で回収することができる。レトリルト内に凝縮した金属は、窒素等の非酸化性ガスを回収チャンバ内に導入して冷却してから、外部に取り出すことが好ましい。

【0680】またこの回収チャンバ73aは冷却水等の冷媒により冷却されている。この冷却は金属を凝縮させるだけでなく、改質ユニットで改質したガス状排出物の急冷のための手段としても機能する。これによりガス状排出物中でダイオキシン類等の有機ハロゲン化合物が再合成されるのを抑制することができる。

【0681】回収ユニット73とブースターポンプ74との間には油膜フィルター711が配設されている。この油膜フィルター711により、回収ユニットで凝縮しきれなかったガス状排出物や、粉塵、凝縮した金属の微粒子等が排気系へと到達するのが防止される。

【0682】ブースターポンプ74の後段には水封ポンプ75とロータリーポンプ76とが並列に接続されている。これら排気系は処理のシークエンスに応じて切り替えて用いることができる。例えば土壌を処理する場合、加熱の初期には水分、油分等がガス状排出物に含まれる。このような場合にはブースターポンプ74はバイバ

スして、液封ポンプ75により排気を行うことが好ましい。ガス状排出物中の水や油は液封ポンプの封液に捕捉される。なおこの装置では液封ポンプの封液にはアルカリ水溶液を用いている。この封液によりガス状排出物中の窒素酸化物、硫酸酸化物等も中和することができる。処理がすすんでガス状排出物の水や油が少なくなったら、排気系をロータリーポンプ76、ブースターポンプ74に切り替える。これにより処理系内の圧力をより低くすることができる。この状態で例えば亜鉛、鉛などの金属を処理対象物体から蒸発させて回収チャンバ内のレトリルトに凝縮させる。排気系の切り替えは上述の例に限らず必要に応じて行うようにすればよい。

【0683】排気系の後段には排気系からの排ガスを処理するため、排ガスを中和する排ガス中和ユニット77、活性炭フィルター78、排気ブロワ79が配設されている。排気系からの排ガスはスプレー塔77でアルカリ性の水溶液によりシャワーリングされる。排ガスを洗浄する水溶液は、中和タンク77a、循環ポンプ77cを経て再びスプレー塔77へと送られる。またpHメータにより水溶液のpHはモニターされ、アルカリリザーバ77eからアルカリ水溶液を供給して、循環水のpHはアルカリ性に保たれている。またこの水溶液は液封ポンプ75の封液循環系へも供給される。アルカリ水溶液により洗浄された排ガスは活性炭フィルター78で濾過したうえで排気ブロワ79により系外に排気される。なおこの例ではガス状排出物や排ガス中の物質の濃度をモニターするため、分析用のサンプル回収ユニット80を設けている。ガス状排出物に含まれる成分の定量分析をオンラインで行いこともできる。このようにすることで、検出結果に応じて処理対象物体の処理の温度、圧力、酸素濃度、ガス状排出物の改質温度等を調節できるようになる。

【0684】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、管が第1の開口部に挿入されたときに、管の側面の第2の開口部と第3の開口部との間の領域により、気密扉は第1の気密室から遮蔽される。このため気密扉にガス状排出物が凝縮したり付着したりするのを防止することができる。また例えば気密扉のシール部に樹脂等からなるパッキンを配設した場合でも、気密扉のシール部がガス状排出物の熱により損傷するのを防止することができる。したがって気密扉のシール性を保つことができる。このように本発明の処理装置では、第1の気密室から外部へのインターフェースを、気密扉と管とにより実現したものである。

【0685】本発明の処理装置では、第2の気密室を開いて管を外部に取り出す場合でも、気密扉の気密性が保たれているため第1の気密室内に外気がリークするのを防ぐことができる。したがって第1の気密室内の温度条件や圧力条件を保持したまま、管を外部へ取り出すこと

ができる。従来は凝縮物を外部へ取り出すために処理装置を停止しなければならず、処理の生産性を阻害していた。本発明では処理装置の連続運転ができ、処理の生産性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の処理装置の例を概略的に示す斜視図。
【図 2】図 1 に例示した本発明の処理装置を模式的に示す図。
【図 3】本発明の処理装置の別の例を概略的に示す図。
【図 4】本発明の処理装置の別の例を模式的に示す図。
【図 5】本発明の処理装置の別の例を模式的に示す図。
【図 6】本発明の処理装置の別の例を模式的に示す図。
【図 7】本発明の処理装置の温度、圧力、酸素濃度を調節する制御系の構成を模式的に示す図。
【図 8】本発明の処理装置に接続した、回収室を含む回収系を模式的に示す図。
【図 9】本発明の処理装置に接続した、回収室を含む回収系を模式的に示す図。
【図 10】回収チャンバの構造の例を概略的に示す図。
【図 11】回収チャンバの構造の例を概略的に示す図。
【図 12】回収チャンバの構造の例を概略的に示す図。
【図 13】鉛の沸点（蒸気圧）の温度依存性を示すグラフ。
【図 14】処理対象物体である実装基板の処理前の様子を模式的に示す図。
【図 15】構成樹脂が熱分解された実装基板の様子を模式的に示す図。
【図 16】鉛が気化する様子を模式的に示す図。
【図 17】回路基板と電子部品とが分離した様子を模式的に示す図。
【図 18】各種金属の沸点（蒸気圧）の圧力依存性を示すグラフ。
【図 19】各種酸化物の生成自由エネルギーとその温度依存性を示すグラフ。
【図 20】本発明の処理装置の例を模式的に示す図。
【図 21】本発明の処理装置の隔壁を模式的に示す図。
【図 22】本発明の処理装置の例を模式的に示す図。
【図 23】処理対象物体の例である回路基板の処理前の様子を模式的に示す図。
【図 24】構成樹脂が熱分解された回路基板の様子を模式的に示す図。
【図 25】表面張力により銅が粒状に集まる様子を模式的に示す図。
【図 26】処理対象物体である樹脂被覆アルミニウム箔の処理前の様子を模式的に示す図。
【図 27】構成樹脂が熱分解された樹脂被覆アルミニウム箔の様子を模式的に示す図。
【図 28】樹脂被覆アルミニウム箔から分離されたアルミニウム箔を模式的に示す図。
【図 29】各種金属の蒸気圧と温度との関係を示すグラ

フ。

【図 30】各種金属の蒸気圧と温度との関係を示すグラフ。

【図 31】本発明の処理装置の例を概略的に示す図。

【図 32】図 31 に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図。

【図 33】熱分解炉の構造の例を模式的に示す図。

【図 34】ガス分解器の構造の例を模式的に示す図。

【図 35】冷却塔の構造の例を模式的に示す図。

【図 36】冷却塔の後段にバグフィルターを接続したガス状排出物処理系の構成の一部を示す図。

【図 37】本発明の処理装置の別の例を概略的に示す図。

【図 38】図 37 に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図。

【図 39】本発明の処理方法を廃棄物処理に適用した例を模式的に示す図。

【図 40】シュレッダー装置の構成の例を概略的に模式的に示す図。

【図 41】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

【図 42】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

【図 43】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

【図 44】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

【図 45】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

【図 46】湿式フィルターの構成の例を概略的に示す図。

【図 47】処理対象物体の処理条件を説明するための図。

【図 48】加熱残渣の残留ダイオキシン濃度の測定結果を示す図。

【図 49】本発明の処理装置の構成の例を概略的に示す図。

【図 50】本発明の処理装置の構成の例を概略的に示す図。

【図 51】本発明の処理装置の構成の例を概略的に示す図。

【図 52】本発明に係る真空蒸発回収装置の概略構成図。

【図 53】本発明に係る真空蒸発回収装置の冷却兼真空パージ室部分の詳細断面図。

【図 54】本発明に係る真空蒸発回収装置における回収レトリートとその進退駆動用シリンダーの連結方法を示す図。

【図 55】本発明に係る真空蒸発回収装置における回収レトリートとその進退駆動用シリンダーの連結方法を示す図。

【図 56】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

【図 57】本発明の処理装置の構成を概略的に示す図。

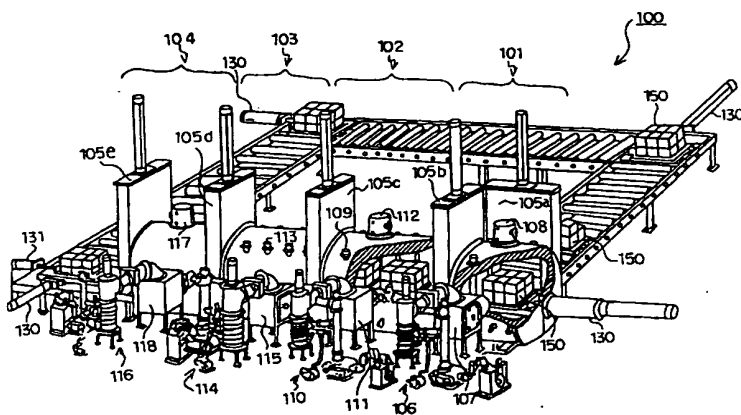
【符号の説明】

10…処理装置

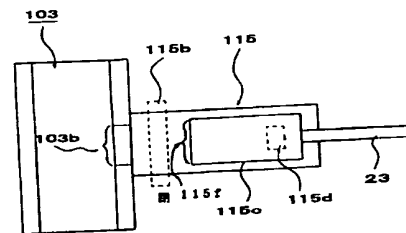
- 20…熱分解炉
- 30…ガス分解器
- 40…冷却塔
- 50…減圧加熱炉
- 51…パージ室
- 52…第1の気密室
- 53…冷却室
- 54a、54b、54c、54d…隔壁
- 55…排気系
- 71…減圧加熱炉
- 72…改質ユニット
- 73…回収ユニット
- 100…処理装置

- 101…パージ室
- 102…第1の気密室
- 103…第2の気密室
- 103b…第1の開口部
- 104…冷却室
- 106…排気系
- 115…回収チャンバ
- 115b…気密扉
- 115c…レットルト (管)
- 115d…第3の開口部
- 115f…第2の開口部
- 711…油膜フィルター

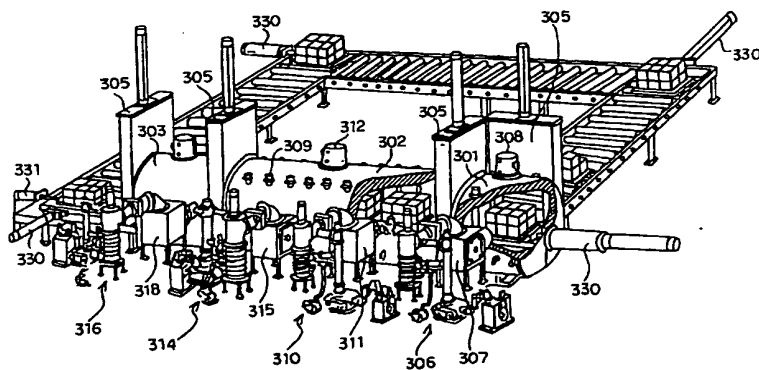
【図1】



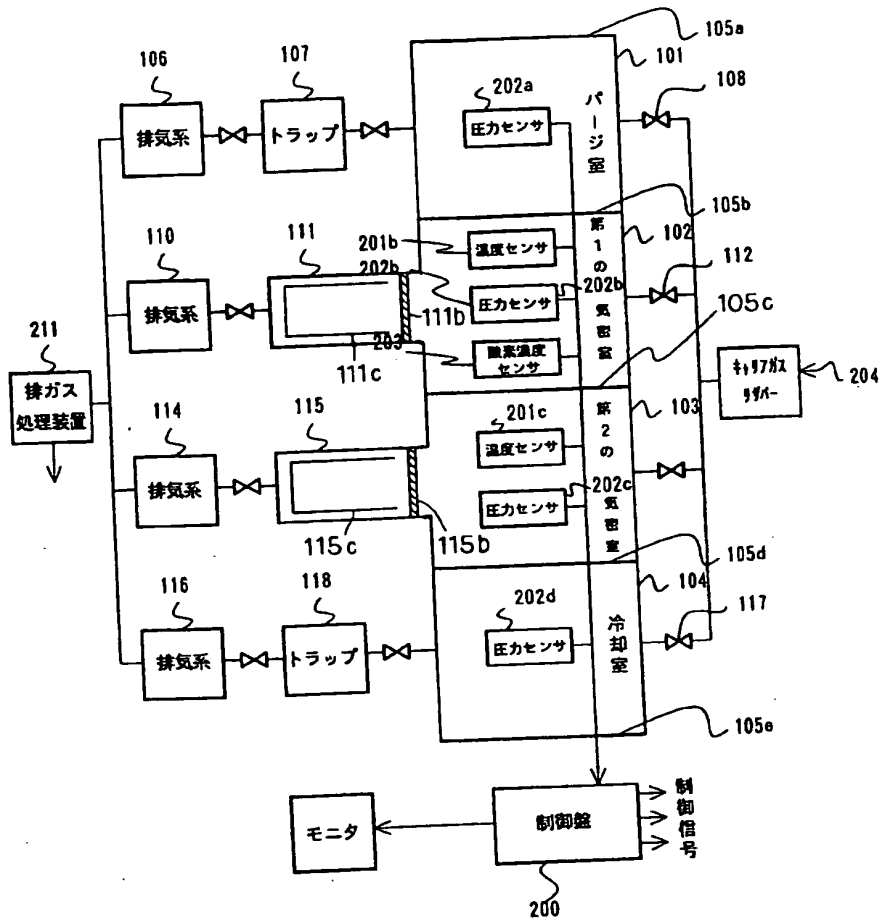
【図8】



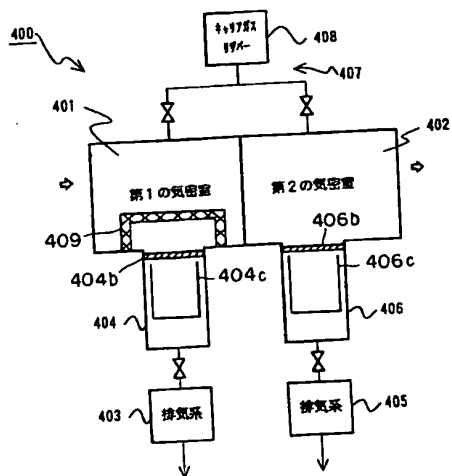
【図3】



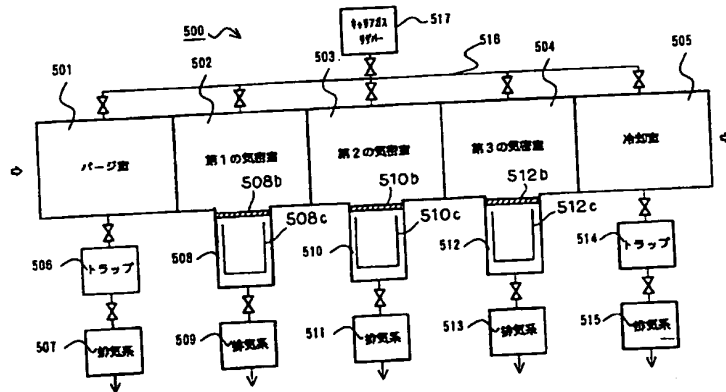
【図2】



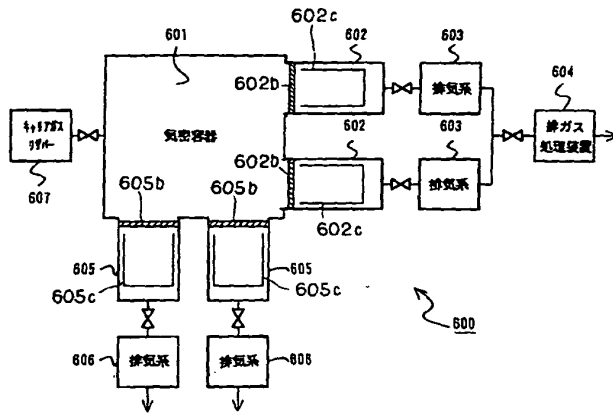
【図4】



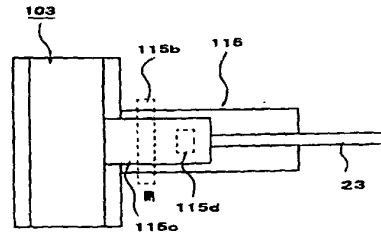
【図5】



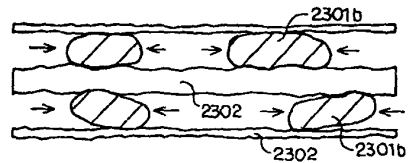
【図6】



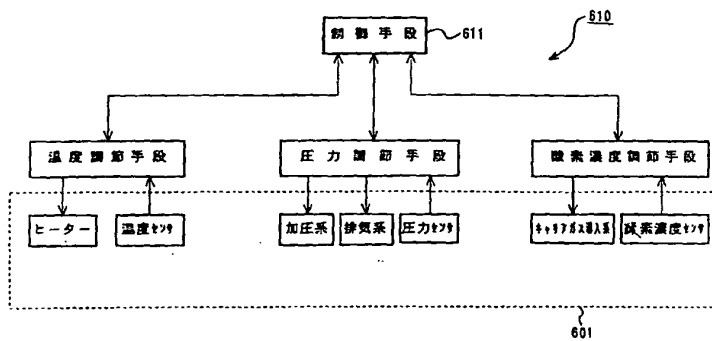
【図9】



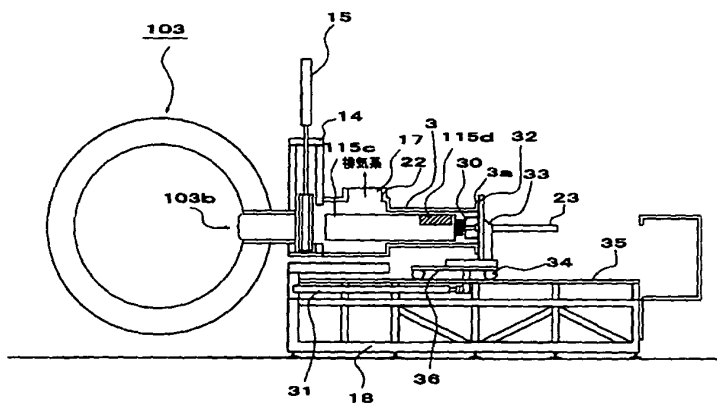
【図25】



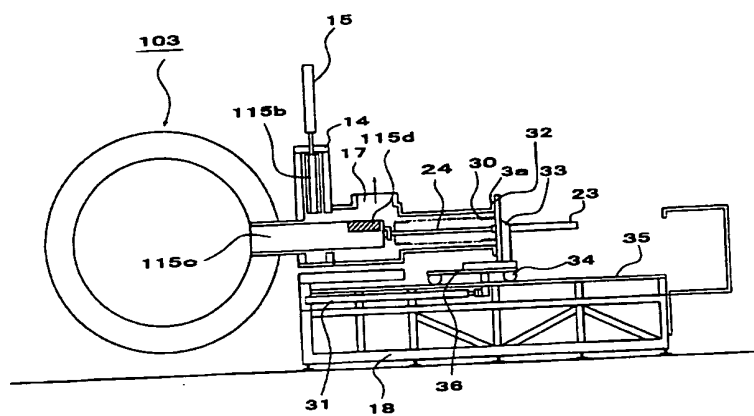
【図7】



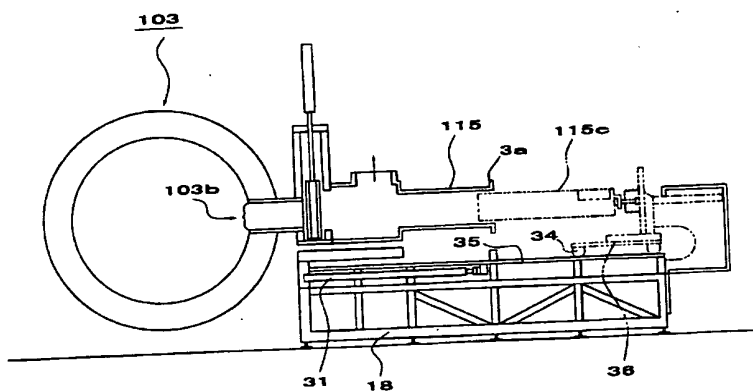
【図10】



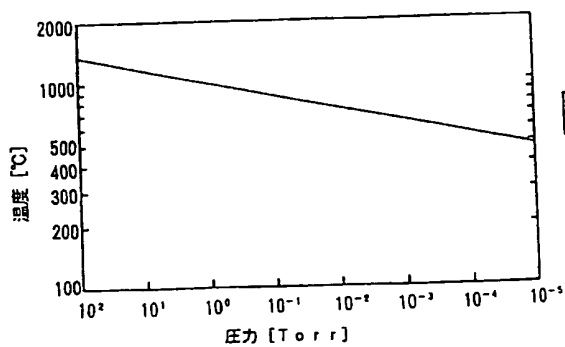
【図 11】



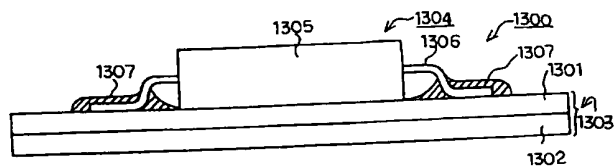
【図 12】



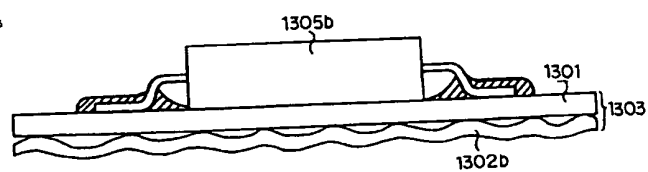
【図 13】



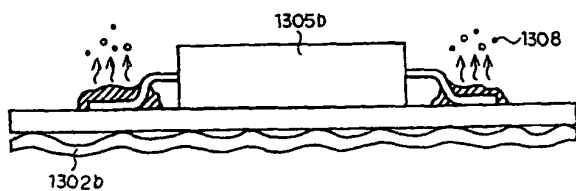
【図 14】



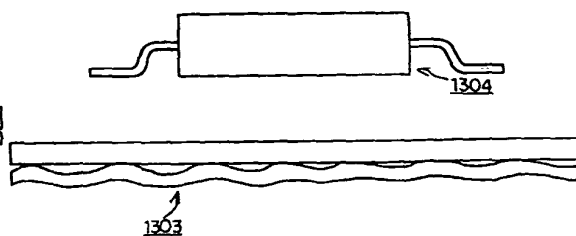
【図 15】



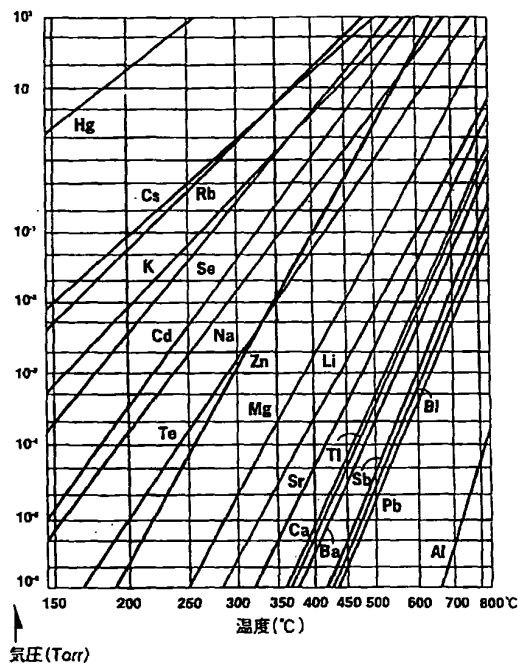
【図 16】



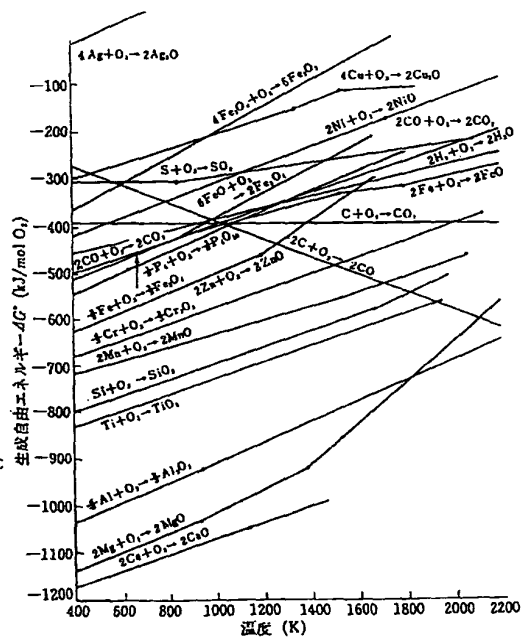
【図 17】



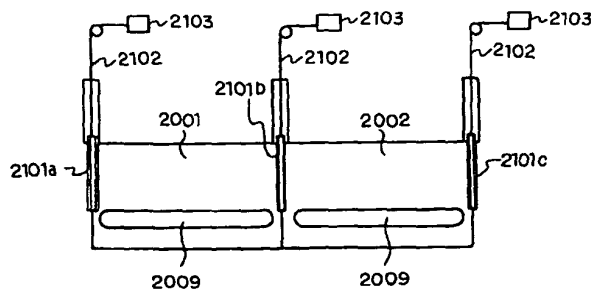
【図 18】



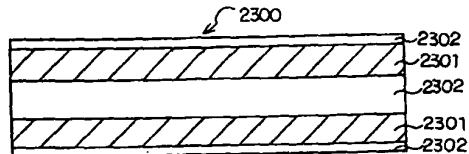
【図 19】



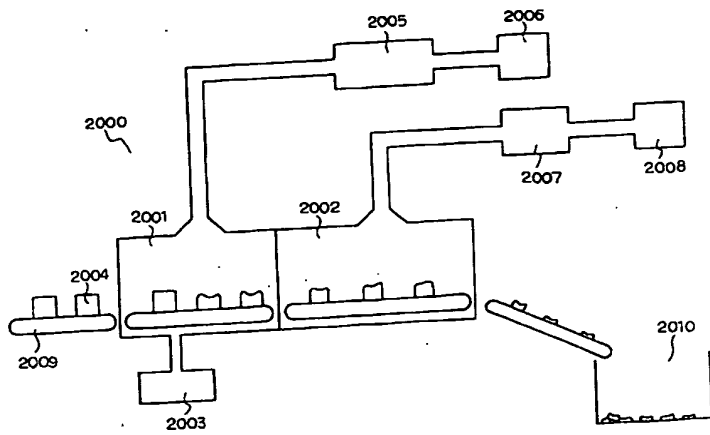
【図 21】



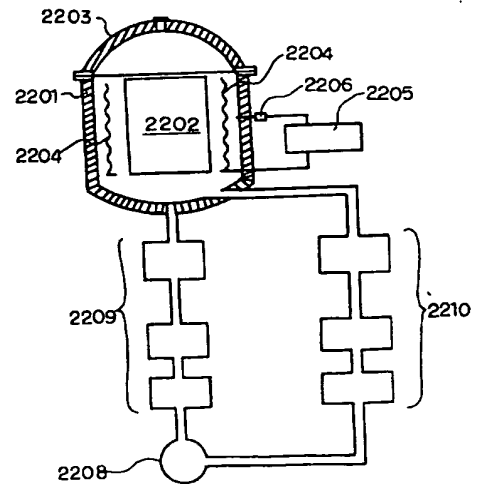
【図 23】



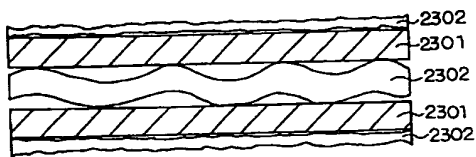
【図20】



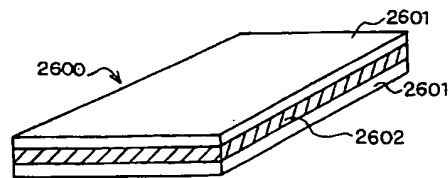
【図22】



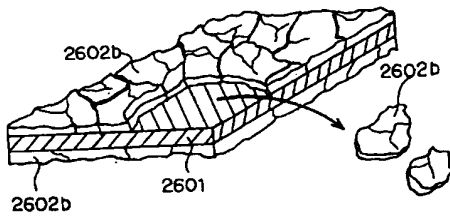
【図24】



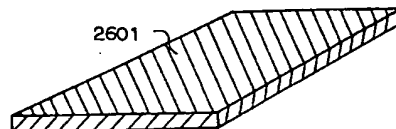
【図26】



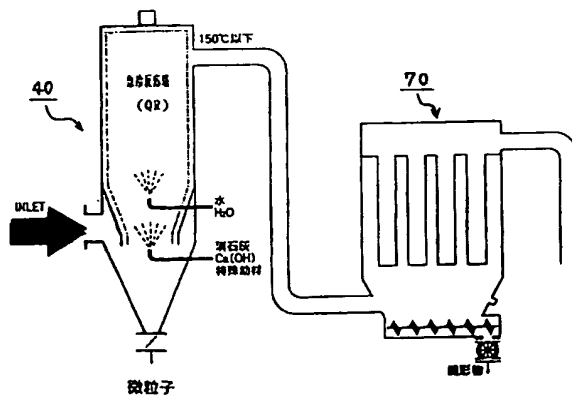
【図27】



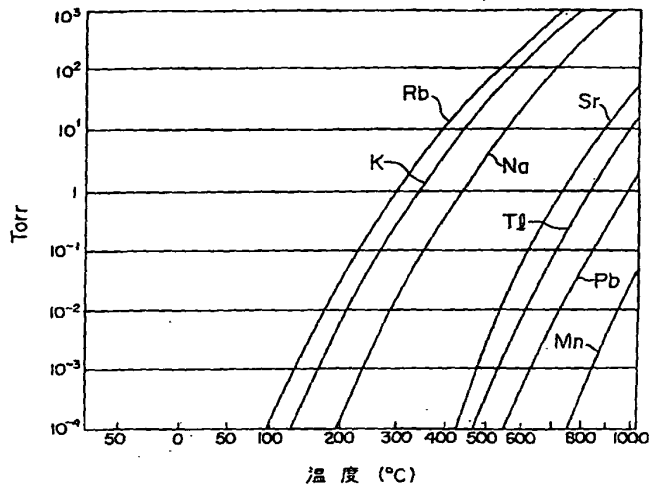
【図28】



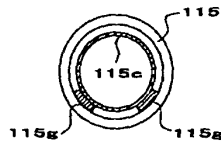
【図36】



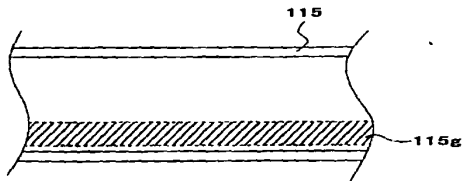
【図29】



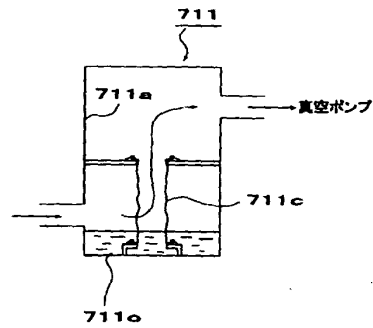
【図44】



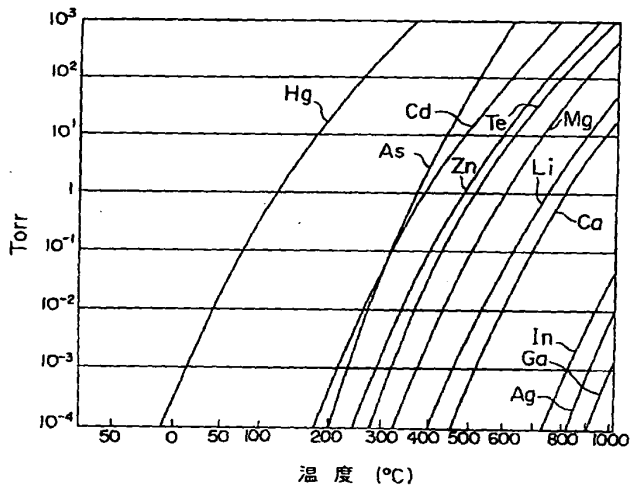
【図45】



【図46】



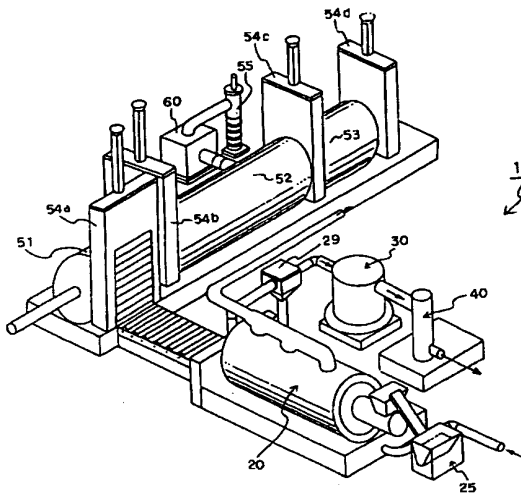
【図30】



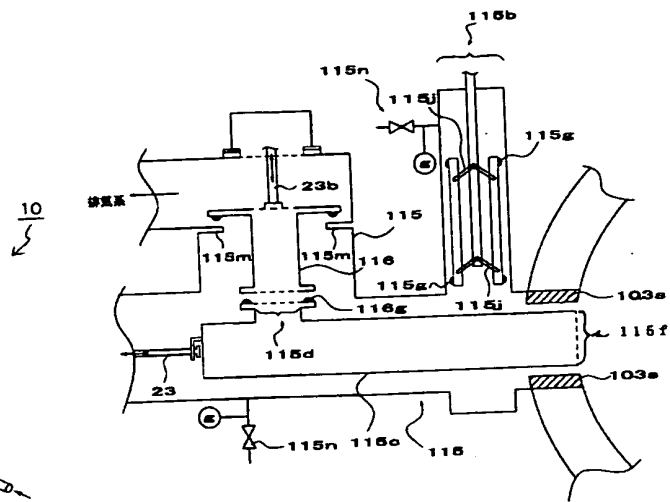
【図47】

	600°C	800°C
加熱温度 及び 保持時間		
圧力(減圧)	0.01~0.05 Torr	0.13~0.15 Torr
圧力(常圧)	760Torr(空気冷却)	760Torr(空気冷却)

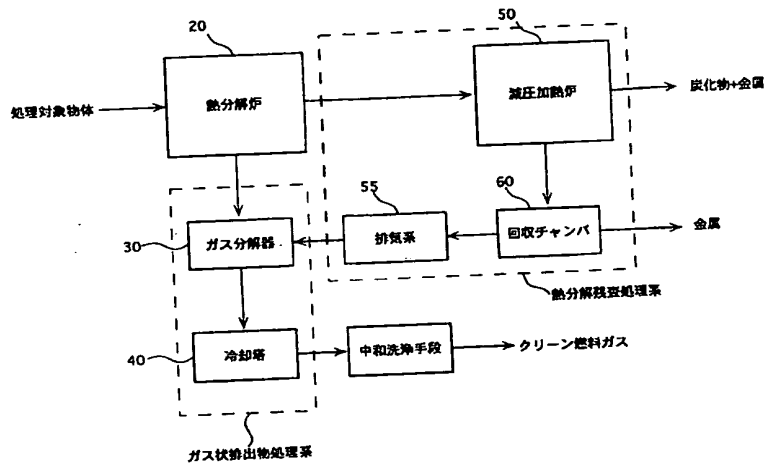
【図31】



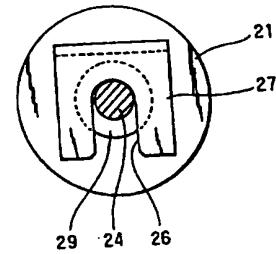
【図42】



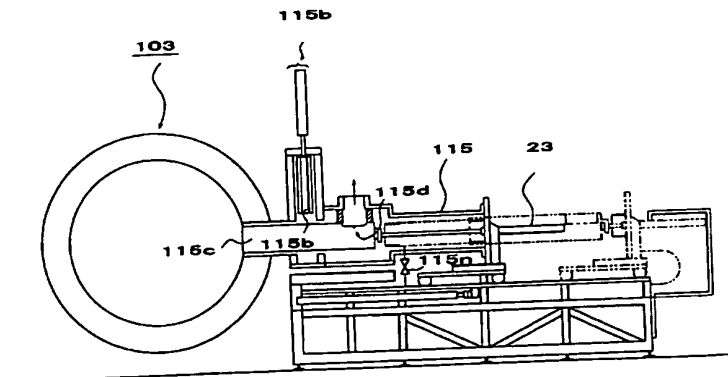
【図32】



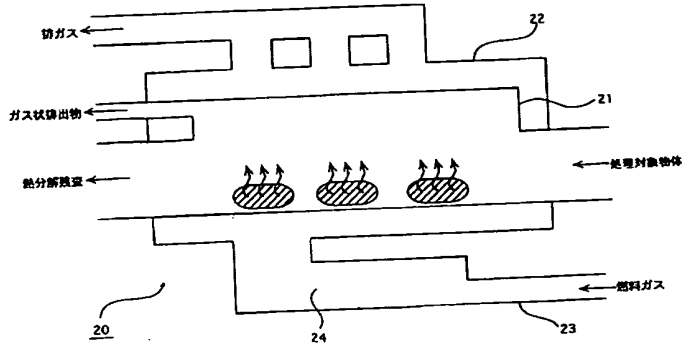
【図55】



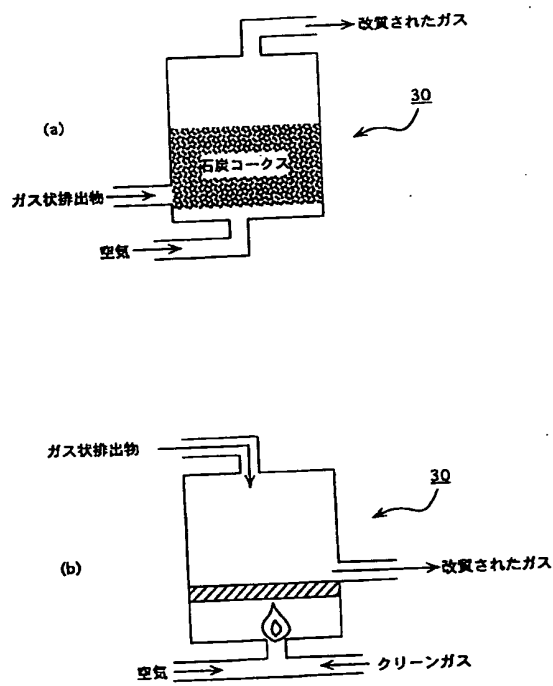
【図41】



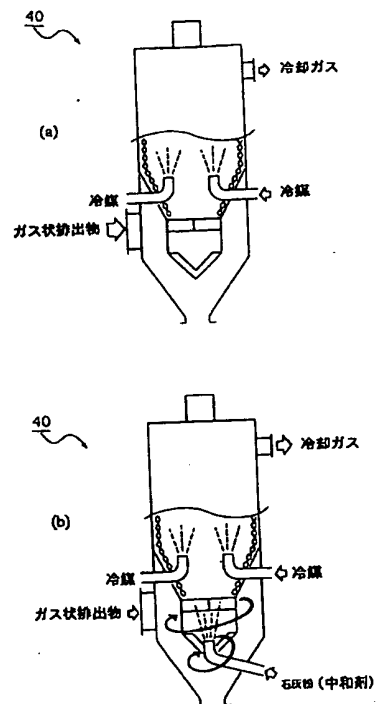
【図 33】



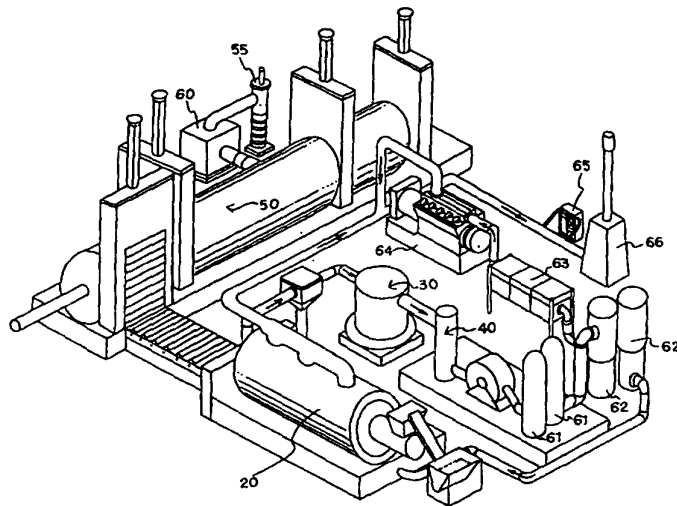
【図 34】



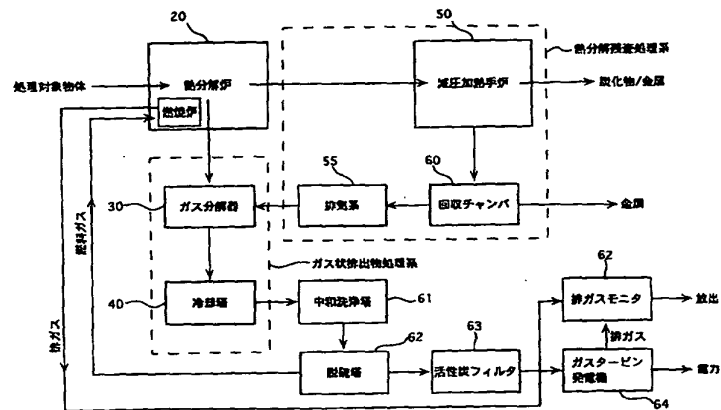
【図 35】



【図37】



【図38】

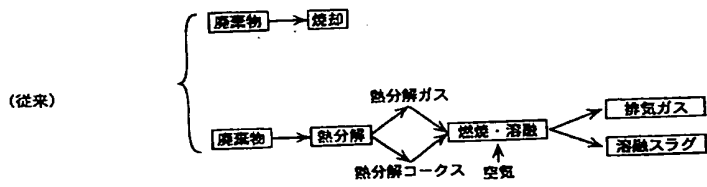
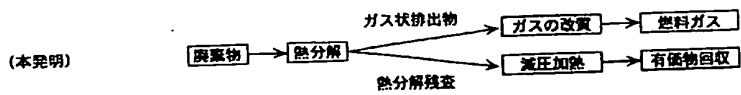


【図48】

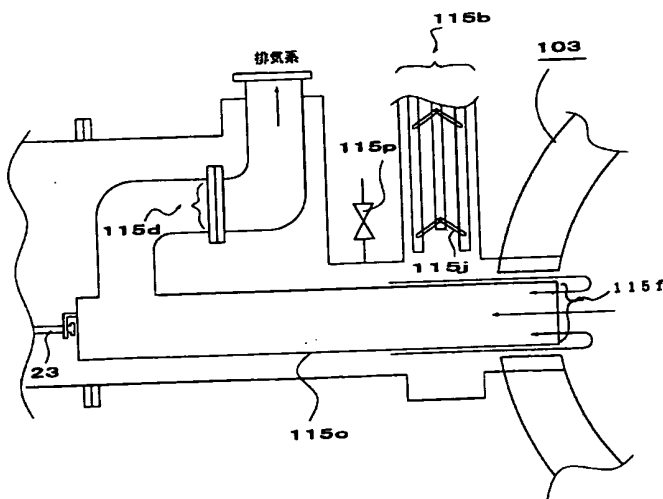
	600℃熱分解	600℃熱分解	800℃熱分解*	800℃熱分解	800℃熱分解B*
	常圧	減圧	常圧	減圧	減圧
PCDFs	0.05822	n.d.	4.75	n.d.	n.d.
PCDDs	0.62615	0.00021	19.38	n.d.	n.d.
PCDFs+PCDDs	0.68437	0.00021	24.11	n.d.	n.d.

単位: [ng/g]

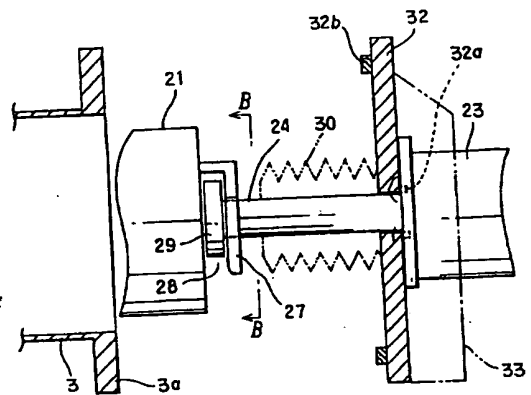
【図 39】



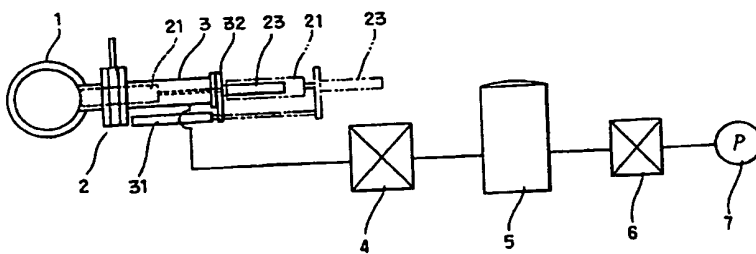
【図 43】



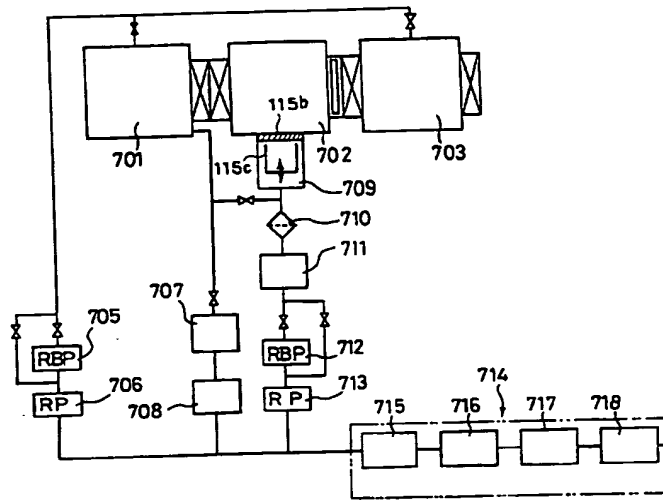
【図 54】



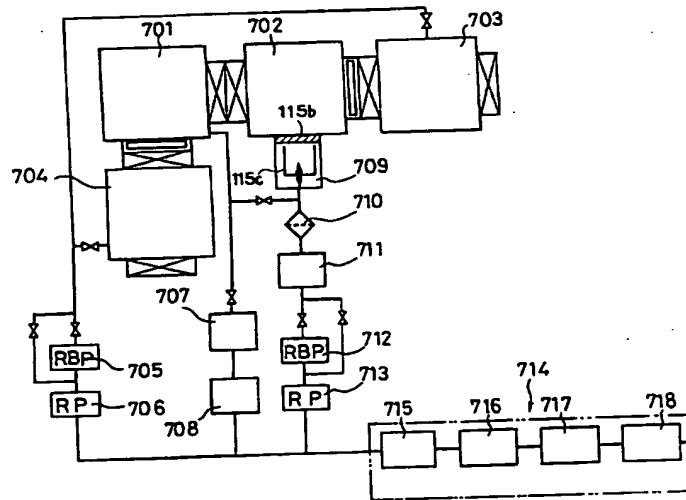
【図 52】



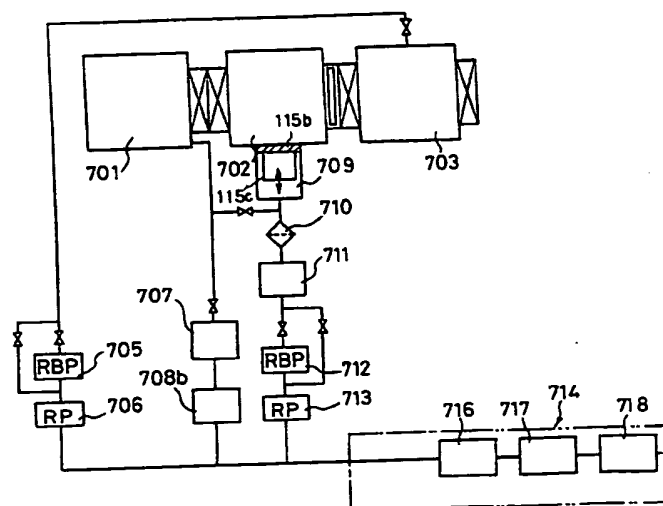
【図 49】



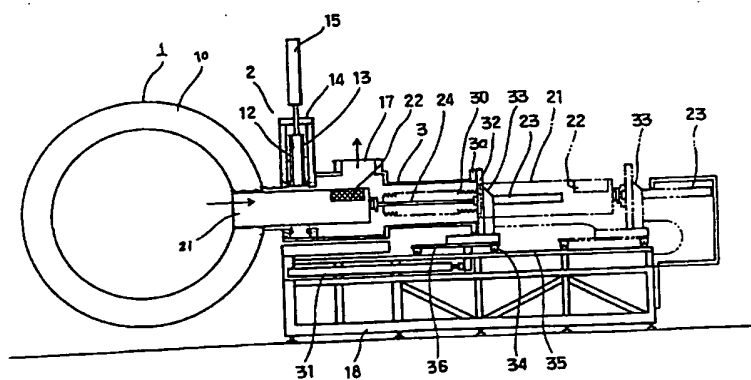
【図 50】



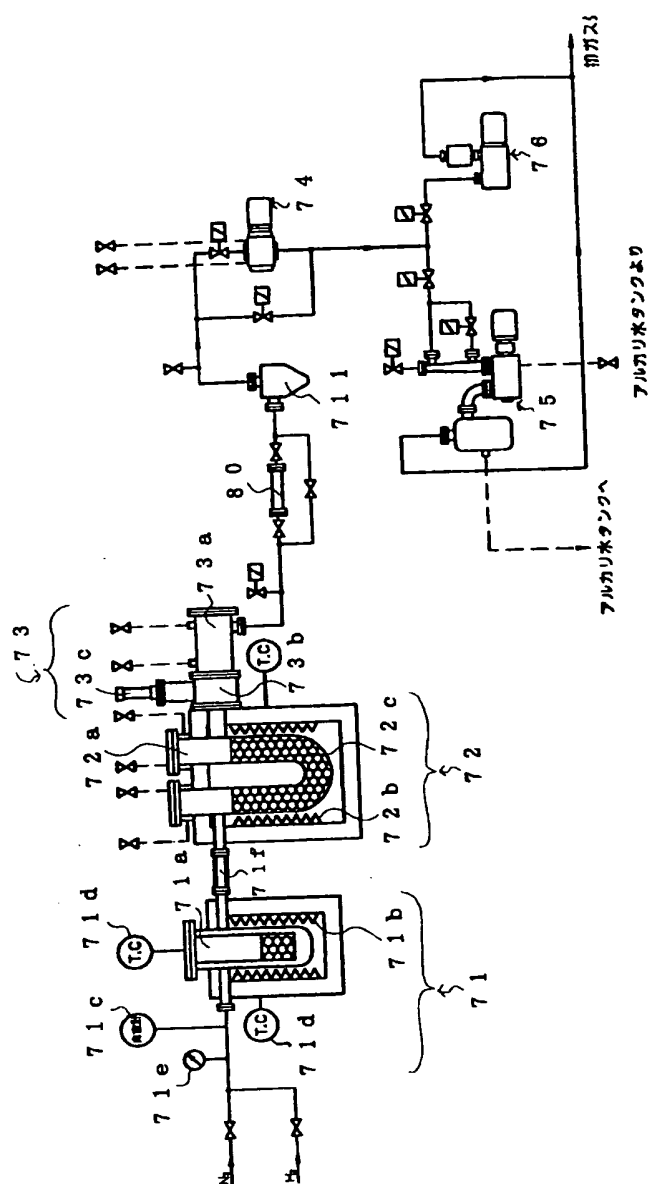
【図 5 1】



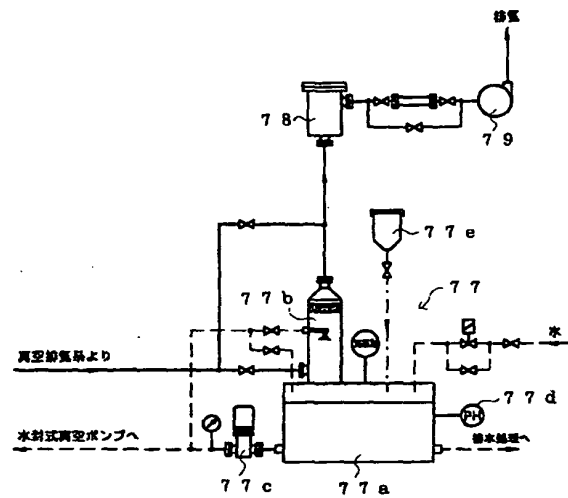
【図 5 3】



【図 56】



【図57】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 2 7 B 5/18		F 2 7 D 17/00	1 0 4 G
F 2 7 D 17/00	1 0 4	C 2 2 B 1/00	6 0 1
// C 2 2 B 1/00	6 0 1		F
		B 0 9 B 3/00	Z A B
(72)発明者 三島 泰雄		(72)発明者 横山 芳昭	
愛知県豊田市堤町寺池66番地 株式会社豊栄商会内		埼玉県鴻巣市赤見台2-1-4-402	
(72)発明者 高宮 勝雄		(72)発明者 安部 毅	
愛知県豊田市堤町寺池66番地 株式会社豊栄商会内		愛知県豊田市堤町寺池66番地 株式会社豊栄商会内	
		(72)発明者 水野 等	
		愛知県豊田市堤町寺池66番地 株式会社豊栄商会内	